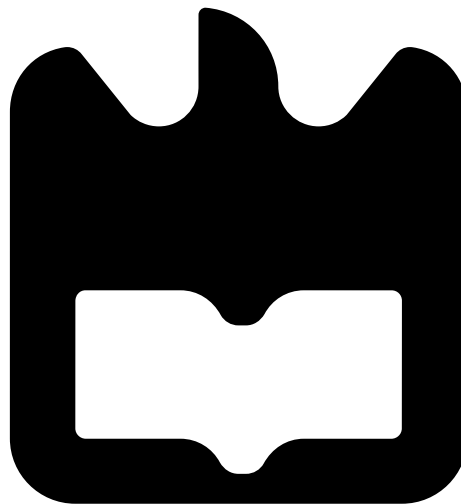




**Ivo Soares
Petiz**

**Caracterização de tráfego e comportamentos numa
rede P2P-TV**





**Ivo Soares
Petiz**

**Caracterização de tráfego e comportamentos numa
rede P2P-TV**



**Ivo Soares
Petiz**

Caracterização de tráfego e comportamentos numa rede P2P-TV

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computadores e Telemática, realizada sob a orientação científica do Doutor Paulo Jorge Salvador Serra Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro e sob a co-orientação científica do Doutor António Manuel Duarte Nogueira, Professor Auxiliar do Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática da Universidade de Aveiro da Universidade de Aveiro

o júri / the jury

presidente / president

Professor Doutor Rui Aguiar

Professor Associado da Universidade de Aveiro (por delegação da Reitora da Universidade de Aveiro)

vogais / examiners committee

Professor Doutor Rui Valadas

Professor Catedrático do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa

Professor Doutor Paulo Salvador

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (orientador)

Professor Doutor António Nogueira

Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro (co-orientador)

**agradecimentos /
acknowledgements**

Agradeço a colaboração e paciência de todos, principalmente dos meus pais, amigos, da Joana e dos meus orientadores.

Resumo

A acesso à Internet tem-se tornado ao longo destes últimos anos um bem essencial pela forma como aproxima pessoas e informação. O media streaming e agora o P2P IPTV surgem no seguimento da necessidade dos utilizadores estarem ligados ao mundo, mais propriamente o acesso a conteúdos que, sem Internet, só estariam disponíveis para áreas territoriais específicas e no amadurecimento da tecnologia que possibilita agora taxas de transferência de dados elevada essenciais para o surgimento destes serviços.

Esta dissertação surge motivada pela necessidade de se conhecer melhor os vários tipos de media streaming existentes, com especial ênfase para o P2P IPTV, de forma a observar padrões no fluxo de tráfego permitindo assim às operadoras um melhor dimensionamento das redes bem como, perceber se este serviço apresenta ou não vantagens aos utilizadores face a outros serviços semelhantes baseados nas tecnologias cliente-servidor

O objectivo principal desta dissertação foi a caracterização estatística do tráfego gerado por alguns programas de P2P IPTV de forma a conhecer o seu modo de funcionamento perante a rede com o intuito de apoiar o dimensionamento e a gestão de redes no futuro. Outros objectivos pretendidos foram a caracterização do tráfego gerado por alguns tipos de media streaming quanto ao fluxo de tráfego, protocolos utilizados e qualidade de serviço e ainda a comparação entre os vários serviços de disponibilização de conteúdos estudados.

Abstract

Accessing the Internet has become through these last few years an essential tool in the way it gets people connected as well as information worldwide. Media streaming and now P2P IPTV appear concerning the need of internet users to connect worldwide, specifically the access to contents that without Internet would only be available to specific territorial areas and in technology evolution that makes it now possible high data transfer rates, essential to the emerging of these services.

This dissertation motivates itself by the need of better knowing the several types of existing media streaming, emphasizing P2P IPTV, as a way of observing patterns in traffic flux allowing operators a better net dimension as well as understanding if this service presents or not advantages to users in comparison to other similar services based in client - server technologies.

The primary goal of this dissertation was the static characterization of traffic originated by some P2P IPTV programs as a way of knowing its running method before the net to support the future net dimension and management. Other desired goals have been traffic characterization originated by some media streaming types in terms of traffic flux, used protocols and service quality and yet the comparison between several services of studied contents availabilities.

Conteúdo

Conteúdo	i
Lista de Figuras	iii
Lista de Tabelas	vii
1 Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objectivos	2
1.3 Estrutura	3
2 Enquadramento do trabalho	5
2.1 Media Streaming	5
2.2 Video Sharing	7
2.2.1 Audio Streaming	7
2.2.2 Serviços Analisados	8
2.3 IP TV	11
2.3.1 IP TV comercial	11
2.4 WebTV	12
2.5 P2P-TV	14
2.5.1 Programas P2P IPTV	14
2.5.2 Canais P2P IPTV	15
2.6 Media Streaming vs P2P Streaming	16
3 Cenários de recolha e processamento de tráfego	17
3.1 Cenário de medição	17
3.2 Captura de tráfego	18
3.2.1 Streaming	18
3.2.2 P2P TV	19
3.2.3 Streaming vs P2P TV	20
3.3 Processamento e amostragem de tráfego	20
3.3.1 Media Streaming	21
3.3.2 P2P Streaming	21
3.3.3 Media e P2P TV Streaming	23
3.4 Visualização e análise de tráfego	24
3.4.1 Media Streaming	24
3.4.2 P2P TV Streaming	24

3.4.3	Media e P2P TV Streaming	25
4	Apresentação e discussão de resultados	27
4.1	Media Streaming	27
4.1.1	Video Sharing	27
4.1.2	Audio Streaming	49
4.2	P2P TV	54
4.2.1	TVU Player	54
4.2.2	Sopcast	90
4.2.3	TVants	97
4.3	Video Streaming vs P2P Video Streaming	104
5	Conclusões	109
5.1	Media Streaming	109
5.2	P2P IPTV	113
5.3	Media Streaming e P2P Streaming	117
	Bibliografia	121
A	Anexos	125
A.1	Parâmetros das curvas de aproximação	125

Lista de Figuras

4.1	"auskim" - Tráfego capturado do Youtube	28
4.2	"auskim" - Histograma do tráfego realizado	28
4.3	"Madonna - Celebration" - Tráfego capturado do Youtube	29
4.4	"Madonna - Celebration" - Histograma do tráfego realizado	29
4.5	"Death Metal Baby" - Tráfego capturado do Youtube	30
4.6	"Death Metal Baby" - Histograma do tráfego realizado	30
4.7	"Lindsay Lohan Dirty" - Tráfego capturado do Youtube	30
4.8	"Lindsay Lohan Dirty" - Histograma do tráfego realizado	31
4.9	"Test Oil" - Tráfego capturado do Vimeo	31
4.10	"Test Oil" - Histograma do tráfego realizado	31
4.11	"Big" - Tráfego capturado do Vimeo	32
4.12	"Big" - Histograma do tráfego realizado	32
4.13	"Random Analog Teaser" - Tráfego capturado do Vimeo	33
4.14	"Random Analog Teaser" - Histograma do tráfego realizado	33
4.15	"Random Analog" - Tráfego capturado do Vimeo	33
4.16	"Random Analog" - Histograma do tráfego realizado	34
4.17	"Blackhole" - Tráfego capturado do Vimeo	34
4.18	"Blackhole" - Histograma do tráfego realizado	35
4.19	"Time to Go" - Tráfego capturado do Vimeo	35
4.20	"Time to Go" - Histograma do tráfego realizado	35
4.21	"Sword" - Tráfego capturado do Vimeo	36
4.22	"Sword" - Histograma do tráfego realizado	36
4.23	"Joga Bonito" - Tráfego capturado do Daily motion	37
4.24	"Joga Bonito" - Histograma do tráfego realizado	37
4.25	"Mario Kart" - Tráfego capturado do Daily motion	38
4.26	"Mario Kart" - Histograma do tráfego realizado	38
4.27	"Animals" - Tráfego capturado do Daily motion	38
4.28	"Animals" - Histograma do tráfego realizado	39
4.29	"Make the Girl Dance HD" - Tráfego capturado do Daily motion	39
4.30	"Make the Girl Dance HD" - Histograma do tráfego realizado	40
4.31	"Moon Boy HD" - Tráfego capturado do Daily motion	40
4.32	"Moon Boy HD" - Histograma do tráfego realizado	40
4.33	"Eh Marine" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos	41
4.34	"Eh Marine" - Histograma do tráfego realizado	41
4.35	"Loira" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos	42
4.36	"Loira" - Histograma do tráfego realizado	42

4.37	"Campeão" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos	43
4.38	"Campeão" - Histograma do tráfego realizado	43
4.39	"Não Há Crise" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos	43
4.40	"Não Há Crise" - Histograma do tráfego realizado	44
4.41	"Nelly" - Tráfego capturado do RedTube	44
4.42	"Nelly" - Histograma do tráfego realizado	44
4.43	"Two Ling" - Tráfego capturado do RedTube	45
4.44	"Two Ling" - Histograma do tráfego realizado	45
4.45	"Red Baron" - Tráfego capturado do Apple Trailers	46
4.46	"Red Baron" - Histograma do tráfego realizado	46
4.47	"Out of My League" - Tráfego capturado do Apple Trailers	46
4.48	"Out of My League" - Histograma do tráfego realizado	47
4.49	"Red Baron HD" - Tráfego capturado do Apple Trailers	47
4.50	"Red Baron HD" - Histograma do tráfego realizado	48
4.51	"Out of My League HD" - Tráfego capturado do Apple Trailers	48
4.52	"Out of My League HD" - Histograma do tráfego realizado	48
4.53	Rádio TSF - Tráfego capturado	49
4.54	Rádio TSF - Histograma do tráfego realizado	50
4.55	Rádio RFM - Tráfego capturado	50
4.56	Rádio RFM - Histograma do tráfego realizado	50
4.57	Rádio Nova Era - Tráfego capturado	51
4.58	Rádio Nova Era - Histograma do tráfego realizado	51
4.59	Rádio Rock - Last.fm - Tráfego capturado	52
4.60	Rádio Rock - Last.fm - Histograma do tráfego realizado	52
4.61	Rádio Pop - Last.fm - Tráfego capturado	53
4.62	Rádio Pop - Last.fm - Histograma do tráfego realizado	53
4.63	"Euronews" - Peers ao longo do tempo	55
4.64	"Euronews" - Tráfego efectuado ao longo do tempo	56
4.65	"Euronews" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo	56
4.66	"Euronews" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido . .	57
4.67	"Euronews" - Tráfego enviado ao longo do tempo	57
4.68	"Euronews" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado . .	58
4.69	"Euronews" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado . .	58
4.70	"Euronews" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido	59
4.71	"Euronews" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo	59
4.72	"Euronews" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo	60
4.73	"Euronews" - Tráfego por país	61
4.74	"Euronews" - Peers por país	61
4.75	"Euronews" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo	62
4.76	"RTP 1" - Peers ao longo do tempo	63
4.77	"RTP 1" - Tráfego efectuado ao longo do tempo	64
4.78	"RTP 1" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo	65
4.79	"RTP" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido	65
4.80	"RTP 1" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo	66
4.81	"RTP" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado	66
4.82	"RTP 1" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado	66

4.83 "RTP 1" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido .	67
4.84 "RTP 1" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo	67
4.85 "RTP 1" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo	68
4.86 "RTP 1" - Tráfego por país	69
4.87 "RTP 1" - Peers por país	69
4.88 "RTP 1" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo	70
4.89 "Sky News" - Peers ao longo do tempo	71
4.90 "Sky News" - Tráfego efectuado ao longo do tempo	72
4.91 "Sky News" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo	73
4.92 "Sky News" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido . .	73
4.93 "Sky News" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo	74
4.94 "Sky News" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado . .	74
4.95 "Sky News" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado . .	75
4.96 "Sky News" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido	75
4.97 "Sky News" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo	76
4.98 "Sky News" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo	77
4.99 "Sky News" - Tráfego por país	77
4.100 "Sky News" - Peers por país	78
4.101 "Sky News" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo	79
4.102 "Fox Soccer Channel" - Peers ao longo do tempo	80
4.103 "Fox Soccer Channel" - Tráfego efectuado ao longo do tempo	81
4.104 "Fox Soccer Channel" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo . . .	82
4.105 "Fox Soccer Channel" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido	82
4.106 "Fox Soccer Channel" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo . . .	83
4.107 "Fox Soccer Channel" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado	83
4.108 "Fox Soccer Channel" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado	84
4.109 "Fox Soccer Channel" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido	85
4.110 "Fox Soccer Channel" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo	86
4.111 "Fox Soccer Channel" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo	87
4.112 "Fox Soccer Channel" - Tráfego por país	88
4.113 "Fox Soccer Channel" - Peers por país	88
4.114 "Fox Soccer Channel" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo . . .	89
4.115 "GolTV" - Tráfego efectuado ao longo do tempo	90
4.116 "GolTV" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo	91
4.117 Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do Sopcast	91
4.118 "GolTV" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo	92
4.119 Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado pelo Sopcast . . .	92
4.120 "GolTV" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido .	93
4.121 "GolTV" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado	94
4.122 "GolTV" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo	95

4.123"GolTV" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo	96
4.124"Sky News" - Tráfego efectuado ao longo do tempo	97
4.125"Sky News" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo	98
4.126Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do TVants	98
4.127"Sky News" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo	99
4.128Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado pelo TVants . . .	99
4.129"Sky News" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido	100
4.130"Sky News" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado . .	101
4.131"Sky News" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo	102
4.132"Sky News" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo	103
4.133Comparação do tráfego recebido por minuto através de Video Streaming e P2P Video Streaming	105
4.134Comparação do tráfego enviado por minuto através de vídeo streaming e P2P vídeo streaming	105
4.135Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do vídeo streaming	105
4.136Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do P2P vídeo streaming	106
4.137Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado do vídeo streaming	106
4.138Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado do P2P vídeo stre- aming	107

Lista de Tabelas

4.1	"Euronews" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram	55
4.2	"Euronews" - Tráfego total	55
4.3	"RTP 1" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram	63
4.4	"RTP 1" - Tráfego total	64
4.5	"Sky News" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram	71
4.6	"Sky News" - Tráfego total	72
4.7	"Fox Soccer Channel" - Tráfego total	81
4.8	"Fox Soccer Channel" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram	84
4.9	Atraso na transmissão do Veetle e Ustream	107

Acrónimos e Siglas

ADSL Asymmetric Digital Subscriber Line

DDR Double Data Rate

ESPN Entertainment and Sports Programming Network

FSC Fox Soccer Channel

GB Gigabyte

HD high Definition

IP Internet Protocol

IPTV Televisão sobre IP

ISP Internet Service Provider

kB Kilobyte

kbps Kilobit por segundo

MB Megabyte

P2P Peer-to-peer

RAM Random Access Memory

RTCP Real Time Control Protocol

RTP Real-time Transport Protocol

RTSP Real Time Transport Streaming Protocol

RTP1 Rádio Televisão Portuguesa

SDSL Symmetric Digital Subscriber Line

SIC Sociedade Independente de Comunicação

TCP Transmission Control Protocol

TV Televisão

UDP User Datagram Protocol

VoD Video on Demand

VoIP Voice over IP

Capítulo 1

Introdução

Com a evolução das telecomunicações e com o surgimento da Internet de banda larga, foram surgindo cada vez mais serviços envolvendo a transferência de grandes volumes de dados. A Internet, que antes era apenas usada para visitar algumas páginas web desenvolvidas em HTML e para a consulta de emails contendo apenas texto, começou a ser utilizada para as mais variadas funções e nas mais variadas áreas. Com o aumento da capacidade das ligações e máquinas, que passaram também a estar cada vez mais tempo conectadas à rede, todo o tipo de serviços começaram a surgir através da Internet. Acções como falar ao telefone com outra pessoa, assistir a um programa na televisão ou até alugar um filme começaram a poder ser feitas através da Internet utilizando programas de chat ou VoIP, clientes de P2P TV e Video on Demand. Outros serviços foram surgindo, serviços ainda não existentes antes do surgimento da Internet, alguns de grande utilidade como o photo e video sharing através de programas como o Flickr, Picassa ou Youtube e outros menos legais como a partilha de software proprietário, filmes, eventos desportivos, etc.

É curioso analisar o fenómeno em que se tornou a partilha de dados com o surgimento das ligações de elevado débito, tanto na sua vertente cliente-servidor, utilizado para o media streaming e video sharing como na vertente peer-to-peer, utilizado para o P2P TV. Surgem assim vários sites e clientes orientados a esta nova realidade, como é o caso do conhecido site Youtube, um site de partilha de vídeos como tantos outros que ganhou bastante notoriedade tornando-se um fenómeno da Internet ou ainda o Veetle, um site de partilha de conteúdos que funciona através da tecnologia P2P. Também os clientes de televisão online, como o TVU Player, TVants ou SopCast começaram a ter muita aderência uma vez que permitem ver televisão através da Internet utilizando apenas um computador e uma ligação à rede, possibilitando assim assistir a centenas de canais dos mais variados géneros e origens não sendo necessária uma presença física no país de origem da transmissão nem tão pouco requisitos especiais como ligações por satélite, boxes ou ligações por cabo.

Torna-se imperial perceber o funcionamento de todas estas novas tecnologias a fim de garantir uma melhor utilização e experiência de uso, bem como da parte dos fornecedores de Internet e serviços, perceber como os utilizadores finais actuam para assim ter um melhor controlo sobre a rede. Este trabalho focar-se-á em alguns sites de partilha de vídeos como o Youtube, Vimeo, Daily Motion, Sapo Vídeos, Redtube e Apple Trailers; no que diz respeito ao audio streaming serão analisados o site Last.fm, assim como as rádios nacionais TSF, RFM e rádio Nova Era. Em relação ao estudo relativo ao IP TV na sua vertente peer-to-peer, os clientes analisados serão o TVU Player, TVants e SopCast.

1.1 Motivação

Com o aumento do volume de tráfego nas operadoras de Internet devido aos fenómenos do video sharing, media streaming e P2P TV tornou-se fulcral caracterizar e quantificar o tráfego gerado por estes serviços. Tal como foi feito em vários outros estudos de caracterização de tráfego multimédia como [JLC07] [WL96] [Luo91] [KLL01] [Fen00], é essencial conhecer em detalhe o tráfego criado pelos diferentes serviços disponíveis na Internet, o que servirá tanto para o prestador de serviços como para os ISP (fornecedores de serviços de Internet). É necessário estudar a existência de padrões e a distribuição geográfica do tráfego a fim de perceber se é possível melhorar a qualidade de serviço prestado pelas operadoras e até que ponto se torna viável, por parte dos utilizadores, o acesso a este género de tráfego tendo em atenção as possíveis limitações de velocidade e de volume de tráfego total permitido. Outra das motivações prende-se ao facto da tecnologia peer-to-peer estar em forte ascensão pelo mundo tecnológico e saber até que ponto se torna viável a sua utilização a um nível comercial no caso específico da televisão, observando também as possíveis implicações que isto teria no mundo actual.

Outros trabalhos são conhecidos sobre este género de serviços como [HLL⁺07] [HLR08] [KS08] [WHjC⁺08] [LWBL09] mas que são mais focados nos aspectos protocolares das aplicações, não se mostrando tão interessados num nível mais alto do serviço P2P IPTV como a caracterização do tráfego inerente bem como a actuação e distribuição dos peers pelo que, este trabalho se focou sobretudo nestes dois pontos de forma a ser útil para futuras aplicações que sejam feitas em gestão e dimensionamento de redes e onde seja necessário conhecer padrões no tráfego deste e de outros tipos de serviços.

1.2 Objectivos

Esta dissertação prendeu-se essencialmente em dois pontos principais, a caracterização do tráfego gerado e análise do comportamento dos intervenientes. Esta caracterização foi feita

para diferentes serviços/protocolos P2P TV. Apesar de estes dois objectivos primordiais estarem subjacentes ao P2P TV, a área estudada foi alargada passando a abranger também o streaming puro (que utiliza o paradigma cliente-servidor). Este estudo adicional surgiu pela necessidade de criar um termo de comparação ao que seria estudado para o P2P TV.

A análise do IP TV na sua variante peer-to-peer consistiu em: (i) estudar as diversas ofertas existentes analisando as suas aplicações cliente, configurações, protocolos utilizados, género de canais oferecidos e modo de funcionamento; (ii) padronizar o tráfego enviado e recebido; (iii) observar o comportamento dos peers conectados, estudar a sua origem, o tempo que se mantêm ligados, a sua disponibilidade e a sua localização geográfica e ainda (iv) a análise de um sistema peer-to-peer e de um sistema cliente-servidor de media streaming, em condições semelhantes, a fim de comparar os dois serviços analisando as diferenças e principais vantagens e desvantagens de um face ao outro.

Este estudo tem por fim possibilitar a criação de futuros sistemas que consigam detectar, controlar e gerir os fluxos deste tipo de dados, com o intuito de melhorar a experiência do utilizador final e ao mesmo tempo precaver a rede para este fenómeno, de modo a que uma possível explosão no uso deste tipo de tecnologias não venha a sobrecarregar as redes, inviabilizando o uso das mesmas.

1.3 Estrutura

Esta dissertação está estruturada em cinco partes distintas, onde cada uma dessas partes compõe um capítulo, estando estes divididos da seguinte forma:

Capítulo 1 - Introdução - onde é feita uma introdução à temática da dissertação, apresenta o enquadramento da dissertação, explica quais foram as motivações que originaram o seu surgimento, traduz os objectivos que foram propostos atingir bem como esta estrutura.

Capítulo 2 - Enquadramento do trabalho - aprofunda os termos e ideias que serão explorados neste trabalho, explica o video sharing, compara os diferentes tipos de media streaming, fala do estado actual do IP TV em Portugal apresentando o modo de funcionamento e serviços disponíveis, apresenta em mais detalhe os clientes que serão utilizados assim como os canais que serão analisados, faz ainda a comparação introdutória do streaming e do P2P TV que será analisado posteriormente.

Capítulo 3 - Cenários de recolha e processamento de tráfego - mostra todo o

processo que foi efectuado a fim de se conseguir estudar os aspectos a que estava proposta esta dissertação, é apresentado o laboratório, as configurações da máquina de testes e da rede em que foram realizados os diferentes testes, é explicada a forma como foi feita a recolha de dados para os diferentes tipos de streaming analisados, são mostrados os procedimentos utilizados a fim de se processarem os dados obtidos dos diferentes testes e ainda as diferentes análises feitas, a partir de todos os dados que se obtiveram para os diferentes testes realizados.

Capítulo 4 - Apresentação, análise e discussão de resultados - para todos os tipos de video sharing, streaming e IP TV são apresentados os valores obtidos utilizando os métodos e configurações referidas no capítulo anterior, são analisados os dados, tendo sempre em atenção a sua apresentação de forma a facilitar a sua interpretação possibilitando melhores conclusões.

Capítulo 5 - Conclusões - dedicado à reflexão sobre o trabalho realizado onde, através dos resultados obtidos procura-se tirar conclusões sobre os vários aspectos estudados, tentando descobrir semelhanças e analisar as diferenças por forma a se poder auxiliar futuros projectos na área de dimensionamento e gestão de redes. São apresentadas as lacunas e as qualidades dos vários clientes analisados dos diversos ramos estudados e é referido o que não correu tão bem nesta dissertação e o possível trabalho futuro nesta área.

Capítulo 2

Enquadramento do trabalho

Com a utilização da Internet através de banda larga por um número cada vez maior de pessoas, começou a ser viável a difusão, disponibilização e partilha de vídeos online de diversos conteúdos, tanto notícias, videoclips, transmissão de eventos, vídeos amadores, etc, assim como o surgimento de rádios e canais de televisão com transmissão online.

Com a extinção das ligações analógicas à Internet e com o aparecimento das ligações por cabo, ADSL e até mesmo de fibra óptica até ao utilizador final, e tendo estas ligações velocidades que podem ir dos 2 até aos 200Mbps actualmente e na maior parte dos casos também com tráfego ilimitado, os serviços disponibilizados através da Internet aos utilizadores residenciais também evoluíram, aproveitando a evolução dos sistemas informáticos, a maior capacidade de armazenamento e processamento, e também a forte concorrência entre os diferentes prestadores de serviços que têm de acompanhar os avanços da concorrência para que assim possam estar sempre na vanguarda a nível de serviços.

2.1 Media Streaming

O media streaming caracteriza-se pela distribuição de conteúdos multimédia através da rede, num sistema cliente-servidor onde o servidor difunde os seus conteúdos para os vários clientes. Estes conteúdos poderão ser em formato audio ou vídeo, consoante o que se está a transmitir. Actualmente o streaming é usado a um nível mais profissional por estações de televisão ou rádios mas também existem sites que providenciam media streaming para os seus utilizadores, sendo o conteúdo do streaming por vezes até, feito pelos próprios utilizadores.

O streaming, tal como muitos outros serviços disponíveis na rede, foi evoluindo com o passar dos anos e com o melhoramento de ligações e máquinas. Começou por surgir o streaming on demand que consistia em receber todo o vídeo no computador montando assim o ficheiro

e transmitindo-o em seguida, era necessário o uso de uma maior capacidade do disco rígido mas por outro lado a transferência poderia ser feita ao ritmo da ligação, sendo que esta não teria tanta importância pois só definiria o tempo que o vídeo demoraria a estar disponível para o utilizador, e a sua qualidade de reprodução não dependeria disso. Actualmente e dada a exigência cada vez maior do utilizador, a velocidade de ligação é bastante importante pelo que reduz drasticamente o tempo de espera pelo vídeo que mesmo não sendo de um evento em directo, o utilizador gosta cada vez menos de esperar pelos conteúdos a que pretende aceder.

É normal que hoje em dia um utilizador residencial consiga ver em tempo real um evento desportivo através da sua ligação à Internet sem pausas, falhas, ou grandes cortes da imagem, com uma qualidade semelhante à disponível na televisão de casa, podendo mesmo ser visto em alta definição, a isto chamamos live streaming, uma transmissão quase em tempo real, não o sendo apenas devido à latência da ligação, transmissão essa que visualizamos uma vez e que não fica armazenada no computador não requisitando assim espaço em disco, apenas o mínimo indispensável à correcta transmissão do vídeo, fazendo sim muitas vezes, uso do máximo de capacidade da ligação de forma a que o conteúdo seja visto com a melhor qualidade possível e mínimo de paragens.

Consoante a sua utilização, o media streaming pode ser emitido em unicast ou multicast, dependendo da forma como o streaming é feito e qual é o seu propósito. Em live streaming, como o objectivo é que todos os clientes recebam o mesmo conteúdo simultaneamente, as conexões usadas são em multicast, o que quer dizer todos os interessados recebem os mesmos pacotes através da rede, o que significa uma carga muito menor para o servidor e para a ligação, uma vez que a velocidade de transferência necessária basta que seja igual à taxa a que queremos que o conteúdo seja enviado, é exigido apenas uma latência da linha reduzida, o que fará com que a transmissão seja feita mais rapidamente.

Pelo contrário, no on demand streaming, é necessário ter uma ligação com um alto débito de forma a poder aceder a vários pedidos simultaneamente, o espaço em disco também se torna um factor importante pois será necessário fazer o armazenamento dos conteúdos disponíveis para distribuição, é um sistema mais ingrato pois mesmo que dois utilizadores queiram o mesmo conteúdo simultaneamente, o servidor é forçado a criar duas ligações distintas para os dois clientes, enviando os mesmos pacotes de dados. Este sistema pode saturar-se facilmente se não for bem estudado o seu uso e propósito pois para duas máquinas iguais, com ligações à rede com as mesmas características, a que está a usar ligações unicast saturar-se-à muito mais rapidamente que a que utiliza ligações multicast, uma vez que as ligações unicast têm proporcionalidade directa em relação ao número de utilizadores enquanto o sistema com ligações multicast apresenta uma relação linear entre o que está a transmitir e as ligações estabelecidas.

No que diz respeito a protocolos utilizados para media streaming, é possível verificar que estes são usados consoante as propriedades de transmissão exigidas e a qualidade de serviço pretendida, alguns protocolos como o RTP, RTSP, RTCP foram criados com o propósito de serem utilizados no streaming enquanto outros como o UDP, TCP, unicast, multicast e peer-to-peer, são utilizados fazendo uso das suas propriedades já conhecidas.

2.2 Video Sharing

O video sharing é um conceito com cerca de 5 anos de existência, permite aos seus utilizadores a partilha dos seus vídeos, em geral recorrendo a um website, onde está a interface que permite que estes sejam colocados nos servidores do site e acedidos através deste. Este sistema funciona em modo cliente-servidor, onde o cliente pode colocar vídeos no servidor, visualizar os seus vídeos e também os de outros clientes/utilizadores, por seu lado o servidor armazena os vídeos colocando-os disponíveis aos utilizadores através do website, sendo este um sistema exemplificado muito simples relativamente aos existentes hoje em dia.

Por volta de 2005 foram surgindo alguns sites de video sharing, sejam eles fornecidos por utilizadores domésticos, comerciais ou institucionais. Ao longo dos anos os sites do género foram-se multiplicando e lançando cada vez mais opções e serviços, foram sendo traduzidos em várias línguas e com sites destinados a vários países, inclusive com conteúdos diferentes consoante o sítio de onde eram acedidos.

Estes sites têm acompanhado as tecnologias de vídeo existentes, como a transição da imagem no formato 4:3 para 16:9 ou o aparecimento do HD ou alta definição, mudando assim a forma como os vídeos são codificados e apresentados existindo actualmente vários tipos de formato e codificação disponíveis aos utilizadores. A nível de opções e serviços, surgiram novas funcionalidades ao longo do tempo que foram sendo seguidas por quase todos os sites, entre estes serviços e funcionalidades estão a possibilidade de mudar o formato do vídeo, a qualidade de imagem, a possibilidade de criar playlists ou ver as playlists de outros utilizadores, comentar os vídeos, votar nos vídeos favoritos conferindo-lhes mais popularidade ou até anexar mensagens e publicidade ao player.

2.2.1 Audio Streaming

O audio streaming baseia-se no media streaming de conteúdos audio, tal como o vídeo streaming, surgiu na altura que a tecnologia o permitiu, quando foi possível conciliar o avanço tecnológico necessário a nível do utilizador final com a velocidade da Internet necessária para o funcionamento viável e correcto deste serviço, surgindo assim madura muito mais cedo que

o vídeo streaming uma vez que os requisitos eram muito menores, tanto a nível de ligação à rede como hardware e software necessário. Sendo o audio streaming um tipo de media streaming, também é dividido em duas subcategorias, o live e o on demand, o live sendo a transmissão audio o directo para vários clientes e o on demand uma transmissão única para cada cliente.

Inicialmente apareceu o audio streaming on demand, ficheiros de audio guardados em servidores web que eram transmitidos por unicast para os utilizadores, podendo estes serem músicas, sons, entrevistas, anúncios, etc. A sua codificação nem sempre era a melhor e a sua transmissão era lenta dadas as condições em que se encontravam as ligações o que fazia com que o som tivesse de ser carregado à parte não podendo ser ouvido em tempo real, algo impensável nos dias de hoje, mesmo em relação ao vídeo.

No que diz respeito ao audio streaming live, o audio transmitido ao vivo para vários clientes, as rádios online são o seu melhor exemplo pois foram surgindo naturalmente com o aparecimento da Internet. A globalização permitida pela Internet deu assim a possibilidade às rádios de se expandirem pelo mundo virtual, podendo assim acompanhar os seus ouvintes não só no carro ou através da aparelhagem em zonas específicas mas sim sempre que estes estivessem online, independentemente da parte do globo em que se encontrassem. Foram assim surgindo à medida que estas lançavam os seus sites e agora é quase imperativo para as rádios físicas possuírem um site com transmissão online, uma vez que para além da evidente divulgação da rádio na rede, ganham mais ouvintes que em muitos casos podem ser até mais que os da rádios físicas. Existem também rádios unicamente virtuais, como a Last.fm ou a Cotonete, rádios que permitem ouvir música como se de uma rádio normal se tratasse mas com múltiplas opções de escolha, moldando-se assim ao gosto dos utilizadores, que sem publicidade pelo meio, podem fazer a sua própria emissão escolhendo o estilo de música que desejam ouvir ou até os artistas preferidos.

2.2.2 Serviços Analisados

Para se ter noção do funcionamento do media streaming no que diz respeito a vídeo e audio e também em video sharing foram analisados alguns sites do género na vertente de media streaming, para isso foram seleccionados alguns dos mais populares sites da especialidade.

Youtube

É actualmente o site de partilha de vídeos com maior fluxo de utilizadores e com o maior número de vídeos partilhados, fundado em Fevereiro de 2005, tem como principais funciona-

lidades o facto dos utilizadores registados poderem criar canais de TV com os seus vídeos, poderem ter vídeos favoritos de outros utilizadores e até listas de reprodução automática, recentemente tornou-se possível a reprodução em vídeos em qualidade HD num formato de 1280x720, os uploads podem ser feitos com até 2 GB de tamanho e 10 minutos de duração máxima a fim de desencorajar o upload de séries ou filmes.

Perante os vídeos a que cada utilizador assiste, o sistema cria uma lista de vídeos que o utilizador possa querer ver seguindo o enquadramento dos vídeos já assistidos, desta forma é-nos apresentado na página principal vários vídeos agrupados por sugestões, mais vistos e ainda os que estão a ser assistidos no momento, tudo isto é configurável o que permite ao utilizador uma boa experiência de navegabilidade no site.

Vimeo

A criação do Vimeo data de Novembro de 2004, sendo actualmente um dos sites de partilha de vídeos com mais utilizadores, tem acesso livre onde é permitido fazer até 500 MB de upload em vídeos por semana ou a opção paga que permite já o upload de 5 GB por semana, bem como uma série de outras ofertas como upload HD ilimitado, livre de anúncios publicitários, a possibilidade de embutir vídeos em HD e ainda fazer download de vídeos.

No Vimeo, ao contrário de outros sites do género, é-nos dada a possibilidade de fazer upload de vídeos de duração bastante longa e em formato de alta definição o que atrai um grande número de especialistas em animação, cinema, etc, bem como curiosos e admiradores do género, desta forma é por exemplo possível, a um produtor ou criador em início de carreira partilhar, com o mundo o seu trabalho em alta definição e sem limite de tempo, coisa que só seria possível através de formatos como o DVD e nunca com o impacto e disponibilidade deste sistema. Por outro lado, o upload deste tipo de vídeos pode acartar tempos de espera muito longos que podem passar de uma hora para fazer a conversão de um simples vídeo.

Daily Motion

É um site de partilha de vídeos criado em França cujo seu sucesso se espalhou pelo mundo e agora existe em 13 línguas, a vantagem que tem em relação aos outros sites do género é o facto de ser permitido marcar os vídeos, o que facilita as pesquisas uma vez que esta já não é só feita pelo nome do vídeo ou sua descrição mas também com possíveis tags que possam existir nos vídeos, onde as tags são marcadores que são utilizados para marcar pessoas, locais ou todo o tipo de coisas.

Sapo Vídeos

O sapo vídeos é a secção de partilha de vídeos do portal Sapo, é o site de partilhas de vídeo mais conhecido do nosso país bem ao estilo do youtube, onde é permitido pelos utilizadores fazer upload e partilha de vídeos, criar canais, assistir a canais de outros utilizadores e promover os vídeos.

Tem um grande êxito em Portugal devido às parcerias criadas, onde é possível, por exemplo, ver vários canais da SIC, canais temáticos como Hi Life TV e Directo AR TV, canais regionais como Viseu TV ou Guimarães TV, várias séries nacionais como os Gato Fedorento ou Programa do Aleixo e ainda onde são colocados diariamente os vídeos referentes às notícias que passaram na SIC.

Red Tube

O Redtube é um dos sites de partilha de vídeos pornográficos mais visitado na Internet, criado em 2007, o sucesso deste site deve-se em grande parte ao facto de ser um site de acesso gratuito e de ser permitido aos utilizadores partilharem os seus vídeos, onde para entrar basta confirmar a idade através de uma simples página web onde é perguntado se a pessoa tem , ou não, mais de 18 anos. Outra das características do site é o facto de os vídeos poderem ser “pré-visualizados” onde ao passarmos com o rato por cima das suas miniaturas nos são mostradas frames alternadas dos próprios vídeos de forma a percebermos qual o conteúdo dos mesmos.

Apple Trailers

O Apple Trailers é um site da Apple onde são facultados os trailers dos filmes disponíveis no cinema, em vários formatos que vão de alta resolução em HD até à resolução específica para iPods e iPhones, é possível escolher entre diferentes categorias como tipo de filme, o seu género, a sua popularidade e até por estúdios de produção. É também possível comprar filmes através do site com conta no iTunes , comprar bandas sonoras e até aplicações para o PC ou iPhone.

Last.fm

O site Last.fm funciona como uma rádio online inteligente e também um género de rede social musical apoiada através de uma comunidade que troca informações e recomendações sobre as músicas e artistas, foi criado em 2002 no Reino Unido e está actualmente traduzida em 12 línguas. Para quem não é residente nos Estados Unidos, Reino Unido, Irlanda e Alemanha o serviço é pago tendo apenas a possibilidade de ouvir 30 músicas de forma gratuita. O site pode ter diferentes formas de utilização, podem ser escolhidos os géneros musicais ouvindo

assim rádios compostas só por músicas desse género ou então num modo inteligente é possível que, através do estilo de música ouvido por cada utilizador, o sistema cria uma playlist baseada nos seus gostos musicais.

Rádios

É cada vez mais comum que as rádios físicas tenham também disponível uma versão online no seu site, o que antes era exclusivo das rádios nacionais começa a ser banal entre as rádios regionais que obtêm assim uma difusão nacional e até mundial possibilitada pela Internet. As grandes vantagens face às estações físicas é que a rádio pode ser ouvida em qualquer parte do mundo e sem ser necessário nenhum equipamento especial, neste caso o rádio, bastando o computador e uma ligação à Internet, talvez mais usuais hoje em dia que um simples rádio FM.

2.3 IP TV

O IPTV é, tal como o nome indica o fornecimento de TV pela Internet através do protocolo IP. Para ser possível a existência de IPTV são necessárias mudanças nas estruturas físicas. O IPTV usa o protocolo IP para fazer a entrega de TV multicast, VoD, VoIP, etc. É a integração de serviços de voz, vídeo e dados fazendo uso de uma grande largura de banda e acesso à Internet de alta velocidade, [XDZ⁺07].

2.3.1 IP TV comercial

Em Portugal já existem prestadores de serviços de televisão e Internet a fornecer televisão sobre IP, são eles a Meo, Zon, Vodafone e Clix. Cada um apresenta diferentes tipos de serviços para serem utilizados usufruindo das facilidades do IPTV mas que têm vindo a convergir de forma a que todos apresentem os mesmos tipos de serviços, apresentando apenas pequenas diferenças.

Serviços IP TV

Duas das grandes vantagens do IPTV em relação aos restantes serviços de fornecimento de televisão são a interactividade existente e a grande variedade de serviços disponíveis. De serviços como a TV por cabo, satélite ou antena, apenas se pode esperar uma transmissão contínua, ininterrupta e com qualidade constante, salvo algumas excepções. Pelo contrário no IPTV, uma vez que o tráfego é transferido sobre o protocolo IP é possível, para além do envio dos pacotes correspondentes à imagem e som dos diversos canais, criar interactividade entre o cliente e o servidor, de forma a seja possível criar bastantes serviços à volta desta

potencialidade.

Os serviços disponíveis para o IPTV estão sobretudo relacionados com a visualização de conteúdos, de forma a que o utilizador controle o que quer ver e não necessite de viver segundo os horários impostos pelas estações de TV. Os serviços mais populares e disponíveis em Portugal são: a grelha de TV: que permite ter acesso ao que foi e ao que será transmitido pelas diferentes estações televisivas; o videoclube, também conhecido como vídeo on demand que consiste em alugar filmes online de forma a poderem ser vistos directamente na televisão; o gravador, que permite a gravação de conteúdos que depois ficarão armazenados no disco rígido da TV box funcionando um disco rígido normal, essa gravação pode ser presencial ou agendada, pelo que é possível a partir da grelha de conteúdos da estação agendar a gravação de determinados programas; pausar o canal, que consiste literalmente em carregar em pause, parando a transmissão, podendo continuar quando desejar a partir do ponto em que a transmissão foi parada; o controlo parental, que pode ser feito a partir da box, algo que apenas estava disponível em alguns aparelhos televisivos, sendo possível controlar através da box os canais que podem ou não serem vistos pelos restantes utilizadores da TV; a compra de canais, que possibilita que o utilizador possa alterar mensalmente os canais que deseja ter na sua grelha, o que permite também assinar canais pagos como de desporto ou cinema por apenas um período de tempo indefinido não sendo necessária uma assinatura anual que acarretará maiores custos, [Vod10] [PT10].

Apesar de todos os serviços já existentes, novos serviços como a substituição das páginas de teletexto por páginas web ou disponibilização de salas de chat para os diferentes conteúdos temáticos ou diferentes canais, entre outros, tenderão a surgir uma vez que a comunicação bidireccional de que o IPTV dispõe permite uma interactividade igual à da internet convencional.

2.4 WebTV

A WebTV consiste na transmissão televisiva continuada, ou de eventos esporádicos, através de uma página web, o conceito tem vindo a ser bastante explorado aproveitando o facto dos provedores de Internet fornecerem um débito de dados cada vez maior aos seus clientes e fazendo uso do media streaming.

Alguns dos sites que fazem uso pleno deste serviço pertencem a canais pagos, estes canais começam a surgir com a opção de assinatura via Web através do WebTV, que consiste em pagar uma mensalidade ou anuidade reduzida, sendo apenas possível aceder ao serviço

através do sítio da Internet de determinado canal, isto traz como principais benefícios o menor custo para assistir a determinados canais e conteúdos, a possibilidade de os ver através do computador pessoal sem ser necessário o uso de aparelhos externos como placas de TV ou adaptadores, permite também o uso do serviço por meses, o que protege o cliente de um eventual contrato de permanência anual e ainda o facto de ser possível assistir aos canais em qualquer lugar, independentemente de se estar ou não na residência como acontece com o serviço IPTV, uma vez que a autenticação é feita através do site. Este serviço tem como principais factores negativos o facto de os canais só poderem ser assistidos através do computador e na Internet, a qualidade também é um factor negativo uma vez que quando comparada com o mesmo canal transmitido na televisão apresenta uma resolução menor, mesmo que o canal não seja transmitido em alta definição, e um maior atraso. Dois dos canais que já apresentam este serviço são o Fox Soccer Channel, um canal americano dedicado ao futebol, e o canal At The Races, um canal britânico de corridas de cavalos.

Outros canais há que, mesmo não tendo retorno imediato, e sendo em sinal aberto, também disponibilizam WebTV nos seus sites. Em Portugal, a RTP e a SIC disponibilizam nos seus sites transmissões online contínuas dos seus diferentes canais, a TVI, apesar de não ter transmissão contínua, apresenta alguns eventos em directo através de WebTV. Tal como acontece em Portugal, outros canais internacionais disponibilizam nos seus serviços o WebTV, por exemplo a Sky News e BBC. Devido a algumas condicionantes globais, compromissos institucionais e licenças de transmissão algumas transmissões apresentam restrições relativamente a determinados conteúdos e localizações, isto é, nem todos os conteúdos emitidos em sinal aberto pela televisão podem ser transmitidos por WebTV, e alguns canais estão inibidos de transmitir em certas regiões do globo.

As casas de apostas online, como a Betfair, Bwin ou Betclix, também já disponibilizam este serviço, sendo assim possível assistir aos mais variados eventos desportivos como futebol, ténis, basquetebol, corridas de cavalos, etc, enquanto se aposta ao vivo nos eventos. Este serviço está disponível mediante determinadas condições que podem ser: estar registado na casa de apostas, apostar no evento ou transmissão não simultânea com canais pré-pagos como a Sport TV ou ESPN. Estas transmissões têm pior qualidade que as transmissões feitas a partir de canais subscritos pré-pagos, tendo também um atraso considerável mas apresentando-se como uma mais valia para o site.

2.5 P2P-TV

2.5.1 Programas P2P IPTV

Os programas foram seleccionados tendo em conta os canais disponíveis, a qualidade de serviço apresentada e a sua popularidade junto dos utilizadores, pelo que foram escolhidos 3 programas: TVU Player, SopCast e TVAnts tendo sido o programa TVU Player o mais explorado.

TVU Player

O TVU Player é um software da companhia TVU Networks que possibilita televisão em directo a partir de uma plataforma na Internet, podendo assim chegar a todo o mundo, tem uma capacidade de canais ilimitada e permite que o broadcast seja feito a um custo mínimo. Os utilizadores podem assistir a conteúdos televisivos de todo o mundo em qualquer parte. A aplicação é gratuita e já conta com mais de 50 milhões de downloads feitos por utilizadores em mais de 220 países. A companhia TVU Networks foi fundada em 2005 e tem sede em Mountain View, California e escritórios em Shanghai, China, [Net].

Apresenta uma estrutura minimalista não apresentando grandes opções ao utilizador o que faz com que seja muito simples de utilizar mas muito pouco configurável, tendo apenas botões para reproduzir em ecrã completo, de volume e indicações quanto à qualidade e ao sinal, permite criar uma lista pessoal de canais favoritos do utilizador e apresenta uma grande mais valia que é o facto de ter os canais divididos por conteúdos. Apesar de ser dos três programas analisados o que apresenta maior número de canais europeus e americanos, estes não estão em grande número face aos canais asiáticos. Tem canais como a Fox e Fox News, CBS, Spike TV, Comedy Central, Cartoon Networks e Nasa TV.

TVants

O TVants foi criado com o objectivo de se tornar uma alternativa credível ao PPLive numa fase de crescente ascensão do P2P IPTV. O programa apresenta centenas de canais disponíveis, alguns públicos e outros privados, é sobretudo um misto de canais japoneses com alguns canais ingleses e americanos à mistura como por exemplo o TV Pentagon ou o TV Canada Tourism. A qualidade de imagem é semelhante à apresentada no PPLive. O TVants é actualmente um projecto da Universidade de Zhejiang pelo que suporta sobretudo canais asiáticos mas vê a sua fama crescer muito graças às transmissões em directo de jogos das principais ligas europeias como a Primiership e a La Liga, [Mea].

SopCast

O SopCast surgiu em finais de 2004 com o intuito de permitir a partilha de vídeo e som disponível a todos, uma vez que necessita de poucos recursos, onde anuncia que os seus utilizadores conseguem fazer uma estação de TV doméstica comparável às grandes estações de TV comerciais com o mínimo de recursos e com uma visibilidade que poderá atingir os 10000 utilizadores simultaneamente. Algumas das características que anunciam são um carregamento rápido entre os 10 e os 30 segundos, "State-of-the-art P2P technology" que partilha os dados por todos os utilizadores, fazendo com que o canal seja mais estável e apresente uma maior estabilidade, permite fazer streaming a partir de uma grande variedade de extensões de ficheiros, permite o loop de ficheiros no streaming, permite a visualização de vários canais em simultâneo, possibilita a gravação da emissão, cria um URL para o canal de forma a ser possível visualiza-lo através do browser, permite visualizar os canais nos vários players de vídeo disponíveis, entre outras características, [Sop]. O programa está disponível em inglês mas os seus conteúdos são sobretudo canais chineses pelo que é bastante difícil encontrar no servidor definido por defeito canais europeus e americanos.

2.5.2 Canais P2P IPTV

Os canais escolhidos no estudo feito ao P2P IPTV foram a Euronews, Sky News, RTP 1, Eurosport, Fox Soccer Channel e GolTV. Foi tido em conta a popularidade dos canais e os seus conteúdos, optando-se assim por escolher canais noticiosos e desportivos, com incidência nos canais inteiramente dedicados ao futebol. Foi escolhido ainda o canal generalista português RTP 1 a fim de também perceber o panorama nacional em termos de peers existentes e a aderência que esta tecnologia teria com um canal português.

Euronews

É o canal líder em informação internacional, fazendo cobertura das notícias do mundo a partir de uma perspectiva europeia, foi lançado em 1993 e é actualmente transmitido em inglês, francês, alemão, espanhol, italiano, português, russo e árabe. Um serviço noticioso multi-plataformas, [Eur10].

Sky News

Está disponível desde 1989, foi o primeiro canal de notícias britânico no ar 24 horas por dia, está disponível em 36 países europeus para mais de 145 milhões de pessoas e ainda na Ásia, Médio Oriente e África. Um serviço multi-plataformas sempre em língua inglesa, [Bsk].

RTP 1

A RTP 1 é um canal generalista, com componente comercial e que privilegia a ficção nacional, informação, desporto e entretenimento, com o objectivo de proporcionar uma escolha variada, atendendo assim às solicitações de todos os estratos que compõe o universo dos telespectadores, [eTdP10].

Fox Soccer Channel

O Fox Soccer Channel é um canal do grupo FOX que se dedica exclusivamente ao futebol, apresentando a transmissão em directo de vários jogos das principais ligas europeias como sendo a liga inglesa, espanhola e italiana, transmitindo ainda jogos da MLS e liga dos campeões, [Mic10].

GOLTV

O GOLTV foi o primeiro canal inteiramente dedicado ao futebol nos Estados Unidos. Para além das transmissões em directo dos principais jogos das ligas espanhola, alemã, italiana entre outras, também apresenta vários programas dedicados ao futebol nas suas várias regiões estando disponível aos seus subscritores em inglês e espanhol, em [Gol10].

2.6 Media Streaming vs P2P Streaming

Por vezes quando queremos assistir a um evento televisivo, seja ele cultural ou desportivo, que não está acessível nos conteúdos dos canais que possuímos através da televisão convencional recorremos à Internet a fim de o podermos visualizar. Desta forma, e para podermos assistir a alguns conteúdos específicos temos por vezes a opção de o fazer através da Internet, em sites que permitem a partilha e visualização de todo o tipo de conteúdos vídeo, sendo eles em directo ou não. Alguns desses sites são o Ustream, Justin.tv e Veetle, sendo que os dois primeiros apresentam um streaming convencional, em que o tráfego segue o percurso servidor-clientes e o site Veetle que oferece um streaming peer-to-peer.

Capítulo 3

Cenários de recolha e processamento de tráfego

Neste capítulo é apresentado o Cenário de medição, os meios utilizados nos testes e as condições em que foram efectuados. Mostra como os dados foram obtidos para os vários casos estudados apresentando ainda os programas utilizados e os canais analisados.

3.1 Cenário de medição

Todos os testes inseridos no decurso desta dissertação foram realizados no laboratório de redes 2 do Instituto de Telecomunicações na Universidade de Aveiro. A máquina utilizada para a realização de todos os testes foi um computador com processador Intel Core 2 Duo E8500 com 3 GB de memória RAM DDR 3.

Foram utilizados dois sistemas operativos distintos, numa primeira fase foi utilizado a versão 9.10 do Ubuntu Desktop Edition para a realização dos testes de media streaming, fazendo uso do Mozilla Firefox web browser para aceder aos respectivos sites. Uma vez que os programas de P2P TV que se pretendia estudar não estavam acessíveis para linux, e uma vez que também não foi possível pô-los a correr em Linux utilizando o software Wine, optou-se por correr os programas utilizando o Windows nativo, não recorrendo assim a qualquer tipo de máquina virtual. Pelo que foi utilizada a versão profissional do Windows XP nos testes feitos para o P2P IPTV, não estando instalada qualquer firewall e tendo a firewall do Windows desactiva.

A ligação à Internet escolhida para a parte do P2P IPTV foi uma ligação ADSL do Sapo com velocidade de download anunciada de 24 Mbps e com upload de 1024 kbps e sem limites de tráfego, uma vez que não foi possível realizar os testes desejados ao P2P IPTV através da ligação do Instituto de Telecomunicações de Aveiro uma vez que, devido à política

de segurança, a maioria das portas necessárias para o correcto funcionamento das várias aplicações está fechada. Testes feitos à ligação vieram a mostrar que a velocidade de download não atingia os 18 Mbps. Esta ligação passava por um router que fazia o encaminhamento do tráfego para a máquina de testes, não apresentava qualquer configuração especial pelo que foi utilizado com a configuração de origem, apenas a máquina de testes se encontrava ligada ao router pelo que a ligação era-lhe totalmente dedicada. De referir ainda que durante os testes a máquina não teve qualquer outro uso onde até os updates do Windows foram cancelados a fim de se obter apenas o tráfego que se pretende estudar. A primeira parte desta dissertação, o estudo do media streaming, foi feito utilizando a ligação disponibilizada pelo Instituto de Telecomunicações de Aveiro, ligação partilhada por vários utilizadores pelo que não é possível assegurar uma velocidade constante como seria desejável mas que se mostrou por norma rápida e sem congestionamentos, pelo que não se tornou um entrave ao correcto funcionamento e transmissão dos vídeos e audio dos diversos sites analisados.

3.2 Captura de tráfego

Dada a diversidade dos testes realizados foi necessário realizar diferentes recolhas de dados para os vários casos em estudo a fim de maximizar o conhecimento dos diferentes tipos de streaming através do tráfego capturado.

3.2.1 Streaming

Foi feita a captura do tráfego TCP e HTTP em modo root no Wireshark, utilizando um filtro "TCP || HTTP" e com o *promiscuous mode* desligado. Dado isto, as capturas obtidas foram posteriormente transformadas em tabelas com os dados referentes ao número de pacotes e número total de bytes por intervalo de tempo utilizando a opção de estatísticas do Tshark. De seguida são criados os gráficos referentes aos dados das capturas utilizando o Gnuplot de forma a facilitar a leitura dos valores e tentar perceber padrões referentes ao tráfego capturado em cada site.

Video Sharing

No Video Sharing tentou-se encontrar vídeos que ilustrassem o desempenho dos sites de partilha de vídeos quanto à velocidade de transmissão e à forma em como o tráfego era obtido, tendo em conta o tempo de duração e número de visualizações dos vídeos. Para isso foram efectuadas capturas de vídeos grandes, pequenos, com muitas e com poucas visualizações a fim de perceber se existiria um padrão relacionado com estes factos, e se sim, em que é que esses factores modificariam a forma como o vídeo seria transmitido .

Audio Streaming

No Audio Streaming o objectivo das recolhas prendeu-se com a forma como os sites transmitiam o audio, comparando a velocidade média de transmissão e o tamanho das capturas para um determinado período de tempo e ainda a forma como este tráfego era efectuado, se era feito de forma linear ou se existiam picos recorrentes de alguma mudança ou alteração da transmissão, comparando de seguida as diferentes rádios analisadas tendo em conta estes aspectos.

3.2.2 P2P TV

O estudo efectuado para o P2P TV foi mais aprofundado pelo que foi capturado todo o tráfego enviado e recebido pela máquina de testes onde uma análise feita foi bastante mais exaustiva. Foi feito para cada canal analisado uma captura de 16 horas, tendo como objectivo estudar o tráfego capturado, os protocolos mais utilizados, a disposição dos peers pelo mundo e ao longo do tempo, o tráfego total de cada país bem como a caracterização desse tráfego.

O tráfego foi obtido através do Tshark para Windows, que correu em simultâneo com os vários programas P2P TV a fim de capturar todo o tráfego com o filtro "UDP || TCP" e com o *promiscuous mode* desligado. Foram utilizadas as opções 'a' com "files:16" e 'b' com "duration:3600" de forma a separar a captura de 16 horas em ficheiros mais pequenos de uma hora cada para que fosse mais fácil a sua análise e com o critério de paragem de 16 para que apenas 16 ficheiros de uma hora cada fossem obtidos.

Foram tentadas inicialmente capturas com duração de 48 horas fazendo dois dias completos numa captura continua, mas dadas as limitações da ligação que seriam constatadas mais tarde isso não foi possível, optando-se assim por fazer capturas mais pequenas, de 16 horas por canal, mas com um horário fixo, igual para todos os canais e programas, feito somente em dias úteis, tentando criar assim um ambiente semelhante para todos os canais e programas. O horário pelo qual se optou para fazer as capturas foi das 9:00 às 00:59 do dia seguinte, este foi o horário escolhido tendo em conta o que se pensou ser o período mais natural para as pessoas verem televisão. Foi analisado o número de peers ao longo do tempo das capturas, o tráfego efectuado ao longo do tempo, a relação entre os peers e o tráfego efectuado, tanto de download como upload, os pacotes trocados pela máquina ao longo do tempo ao nível da relação dos peers e dos países de origem, foi analisada a distribuição dos peers no mapa mundo e ainda o volume de tráfego e a velocidade e forma com que este se apresentou.

Programas utilizados

Tentou-se fazer uma análise aos programas mais populares existentes na Internet, optou-se pelo TVU Player, TVants e SOP Cast, tentando perceber assim o motivo da sua popularidade, a forma como funcionam através do tráfego capturado e quais as mais-valias de cada um e também os seus pontos fracos. Destes três, foi dada mais relevância ao TVU Player pois é um programa em clara ascensão, bastante recente, com uma grande gama de canais europeus e americanos e ainda muito pouco estudado.

Canais analisados

Os canais pelos quais se optou foram escolhidos pela sua amplitude de possíveis espectadores, procurando sempre canais com o máximo de potenciais telespectadores europeus possível, assim sendo optou-se por canais europeus e em línguas europeias. Para o SOP Cast, o canal usado foi o GOLTV, sendo este o canal escolhido uma vez que é um canal inteiramente dedicado a futebol, tal como acontece com o canal Fox Soccer Channel e que, pelo seu conteúdo poderá apresentar uma enorme procura. No programa TVants, o canal escolhido foi a Sky News, um canal inglês de notícias por ser um canal muito popular e com possível bastante procura. Já para o TVU Player, os canais analisados foram a Sky News, Euronews, RTP 1 e Fox Soccer Channel.

3.2.3 Streaming vs P2P TV

A fim de comparar o Media Streaming convencional com o Streaming P2P foi capturado o tráfego correspondente ao jogo de futebol Murcia - Real Madrid uma vez que é o único tipo de transmissão que seria possível encontrar em ambos os tipos de serviços estudados com características semelhantes, um parte transmitida em Media Streaming Live através do Ustream e a outra parte transmitida através de peer-to-peer utilizando o site Veetle. Foi estudado o volume de tráfego criado, o atraso na transmissão relativamente à transmissão televisiva convencional, a qualidade de imagem e a disponibilidade dos desafios relativamente ao local de onde se pretende assistir ao jogos. A captura foi feita de forma semelhante à efectuada para os programas P2P TV, foi capturado todo o tráfego TCP e UDP sem o *permiscuous mode* activo, utilizando a ferramenta Tshark disponível para o Windows.

3.3 Processamento e amostragem de tráfego

Dadas as diferentes características do streaming tradicional e do peer-to-peer, foi necessário atacar os dois tipos de streaming de forma diferente, tentando obter assim o máximo de informações possível destas duas formas distintas de streaming.

3.3.1 Media Streaming

Uma vez que o objectivo do estudo, no que se refere ao Media Streaming, consiste em observar a forma como o tráfego é transmitido e se existem padrões na transmissão que identifiquem o tipo de streaming, o processamento de dados necessário é mínimo, pelo que consistiu apenas em tratar os dados capturados - ficheiros '.pcap' - através da componente estatística do programa Tshark, os dados foram processados utilizando o comando "tshark -r ficheiro.pcap -q -z io,stat,0.1, ip" para obter a tabela com o volume de bytes e pacotes em função do tempo em intervalos de 100 milissegundos e o comando "tshark -r ficheiro.pcap -q -z io,stat,1,ip" para obter a média da velocidade do tráfego, tráfego total e até os protocolos utilizados.

3.3.2 P2P Streaming

No caso do P2P streaming, o processamento de dados já é bastante mais elaborado, uma vez que é possível retirar muito mais dados das capturas, como o número de peers, país origem e destino do tráfego, diferentes percentagens de protocolos utilizados, etc.

Após a captura do tráfego pelo Tshark produzir 16 ficheiros distintos, um por cada hora, foi necessário exportar os dados para o formato "csv- comma separated value, de seguida os ficheiros "csv" são tratados e separados em múltiplos ficheiros, quatro por hora, um programa em java que faz a análise de cada linha do ficheiro "csv" individualmente, com cada linha correspondendo a um pacote distinto, através do campo do IP origem os pacotes são separados por ficheiros, se o IP origem for o da máquina de testes então o tamanho do pacote é tido como tráfego enviado e é colocado no ficheiro "sizedst" correspondente à hora de que se trata, sendo o IP origem conhecido é descartado e é aproveitado o IP destino sendo colocado no ficheiro "ipdst", no caso do IP origem ser diferente do IP da máquina de testes, este é colocado no ficheiro "ipsrc" e o tamanho do pacote movido para "sizesrc", o que corresponderia ao tráfego recebido. Os campos "time", "number" e "info" foram descartados visto não serem usados, assim como o campo "protocol", uma vez que as estatísticas relativas aos protocolos utilizados foram obtidas recorrendo à opção "z" do programa Tshark.

Com os ficheiros "ipsrc", "ipdst", "sizesrc" e "sizedst" já é possível calcular quase todos os valores pretendidos, começando pelos peers activos para cada hora, sejam eles peers contactados - peers para onde a máquina de testes enviou pacotes, peers contactaram - peers que enviaram pacotes para a máquina de testes, e ainda os peers que comunicaram - peers com os quais existiu troca de pacotes. Para calcular os peers activos apenas é necessário usar os ficheiros "ipsrc" e "ipdst" e retirar os IP's não repetidos, para isso foi criado um programa em Python que lê o ficheiro com todos os IP's e retira os não repetidos, esses serão os nossos peers activos por hora, o ficheiro "ipsrc" dá-nos os peers que nos contactaram, o "ipdst" dá-nos os

peers contactados, já para os peers que comunicaram o processo é mais complicado, com um script escrito em Python os ficheiros dos IP's de destino e origem não repetidos são concatenados e contam-se o número de IP's repetidos, obtendo assim o número exacto de peers que enviaram e receberam pacotes da máquina de testes na mesma hora.

Para calcular o tráfego enviado e recebido por hora apenas é necessário fazer o somatório de todos os elementos presentes em "sizedst" para o tráfego enviado e "sizesrc" para o tráfego recebido, isto feito para todas as horas de maneira a obter o tráfego efectuado em função das horas de captura. Obtendo ainda o tráfego total e a média de tráfego por hora de upload e download.

Os pacotes enviados e recebidos podem ser separados em dois grupos distintos, os pacotes de dados e os pacotes de controlo, onde os primeiros contêm os trechos de dados que possibilitam a reprodução do vídeo enquanto os pacotes de controlo como o próprio nome indica, são pacotes que controlam a transmissão bem como o funcionamento do canal. Para fazer esta separação foi inicialmente necessário escolher um critério para proceder à separação dos pacotes entre controlo e de dados, optou-se por separar os tipos de pacotes consoante o seu tamanho, sendo que os pacotes maiores de 256 bytes são considerados pacotes de dados e os pacotes de tamanho igual ou inferior a 256 bytes são considerados pacotes de controlo. Este critério foi escolhido tendo em conta uma análise feita a algumas capturas correspondentes aos canais observados, apesar da maior parte dos pacotes de dados analisados terem mais de 1200 bytes, e os pacotes de controlo serem, na maioria dos casos, de tamanho inferior a 200 bytes, existiam pacotes com o tamanho intermédio, pacotes esses que aparecem por norma depois de uma série de pacotes de tamanhos superior a 1200 bytes, e com o mesmo destino e origem não tendo um tamanho fixo, pelo que se pressupôs que seriam então pacotes de dados com o resto dos dados mas inferiores a 1200 bytes. Ao contrário do que foi feito em [HLL⁺07] onde se optou por considerar todos os pacotes com menos de 1200 bytes de controlo.

Após a escolha do critério de separação de pacotes entre dados e controlo foi feito um programa em Python que, para cada ficheiro com o tamanho de pacotes, "sizesrc" e "sizedst", analisa o tamanho dos pacotes contando o número de pacotes de dados e controlo por hora assim como o tamanho acumulado dos pacotes por hora divididos nas duas categorias. Assim sendo é devolvido, para o tráfego enviado e recebido, o número de pacotes de controlo e o seu tamanho total e o número de pacotes de dados e o seu respectivo tamanho total.

O tráfego por país é calculado utilizando outro programa feito em Python, o programa consiste em concatenar todos os ficheiros de IP e tamanho de pacotes, uma concatenação para os pacotes enviados e outra para os pacotes recebidos, esta concatenação juntará os ficheiros de todas as horas e onde, dada a forma como foram separados os ficheiros a partir do ficheiro

"csv", cada linha do ficheiro que contém os IP's corresponde exactamente à mesma linha no ficheiro dos tamanhos dos pacotes. Assim sendo, o programa lê a lista de IP's total e coloca, se o IP não existir na nova lista de IP's não repetidos, o IP e o tráfego correspondente, se existir, o IP é descartado e o tamanho do pacote correspondente é adicionado ao tamanho de tráfego desse IP. No final, quando só ficarem os IP's não repetidos, estes são analisados pelo Geoip recorrendo à consola para executar o programa da Mindmax, com a sua base de dados devidamente actualizada, que faz corresponder a cada IP introduzido o país de origem desse IP, sendo depois somado o tráfego por país chegando ao total de tráfego por país, este programa também devolve o número de peers que contactaram e que foram contactados, o número de países com peers responsáveis por enviar ou receber pacotes para a máquina de testes assim como o número de peers que cada país teve numa dada captura.

3.3.3 Media e P2P TV Streaming

A partir dos dados recolhidos é feita a separação entre tráfego enviado e o tráfego recebido, a fim de se fazer a comparação entre o media streaming clássico e o P2P media streaming, sendo necessário ter em conta os dois sentidos do tráfego para assim se poder fazer uma caracterização de ambos e posterior comparação.

Através da opção -z do Tshark obtêm-se as estatísticas do tráfego capturado por intervalo de tempo, onde são usados dois intervalos de tempo distintos a fim de facilitar uma posterior análise. Utilizam-se as opções "io,stat,1" e "io,stat,60" para obter intervalos de tempo em segundos e minutos respectivamente. A divisão entre tráfego enviado e recebido é feita através do uso do filtro do Tshark ,utilizando a opção "ip.src==10.0.0.5" para que se obtenha o tráfego enviado e "ip.dst==10.0.0.5" para que se obtenha o tráfego recebido, onde "10.0.0.5" é o IP da máquina de testes. Partindo da divisão do tráfego são obtidos oito ficheiros, quatro com intervalo de um segundo e quatro com intervalo de tempo de um minuto, que pertencem assim ao tráfego recebido do site Ustream, ao tráfego recebido do site Veetle, ao tráfego enviado do site Ustream e ao tráfego enviado do site Veetle.

Para fazer o cálculo do atraso utilizou-se o site Flashscore [Fla06], que é um site que apresenta os resultados desportivos das principais divisões de quase todos os países do mundo, uma vez que não estava disponível a transmissão do jogo através da televisão ou alguma emissora de rádio. O site Flashscore em geral começa a contar o tempo de jogo segundo a hora prevista do mesmo mas, para os jogos que integram as melhores equipas das principais ligas europeias, há um cuidado reforçado tendo até disponíveis comentários em directo e estatísticas do jogo. O atraso foi calculado no início e no fim de cada parte com o intuito de ver qual o atraso inicial da transmissão e se esta sofreria atrasos durante a duração do desafio.

3.4 Visualização e análise de tráfego

Após o processamento dos dados é necessário fazer a sua análise, para isso são criados gráficos onde os dados são representados para uma mais fácil observação dos dados e para a sua posterior análise. Os gráficos foram criados recorrendo ao programa Gnuplot para linux, o gnuplot foi o programa escolhido em detrimento do MatLab uma vez que possibilitou uma criação de gráficos mais personalizados onde foi possível dar aos dados uma visibilidade diferente e também aproveitando a maior resolução que as imagens dos gráficos feitas a partir do Gnuplot ofereciam.

Apesar dos diferentes intervalos de tempo usados consoante o tipo de tráfego e a duração dos mesmos, nos gráficos apresentados optou-se por usar kbps em todos os gráficos de forma a facilitar a percepção dos dados e fazer comparações entre os diversos tipos de tráfego.

3.4.1 Media Streaming

No media streaming o Gnuplot foi usado na construção dos gráficos referentes ao tráfego recebido por segundo bem como do histograma correspondente a esse mesmo tráfego. A análise torna-se mais rica através da comparação dos diferentes intervalos de captura para vídeos ou rádio dentro do mesmo site e entre os diferentes sites estudados.

Para uma melhor compreensão do histograma optou-se por retirar todos os zeros da lista de valores, obtida através das estatísticas do Tshark que divide o tráfego originado em intervalos de tempo de 100 milisegundos, uma vez que os zeros se encontram em muitos casos em grande maioria, o que faria com que o grande número de ocorrências perto do zero desviasse a atenção das ocorrências que realmente importam. Para a obtenção do gráfico da velocidade ao longo do tempo e para a velocidade média de download ao longo do tempo os zeros mantêm-se para que se tenha uma percepção real do funcionamento dos diferentes sites em termos de transferência de dados.

Mesmo tendo sido utilizado um intervalo de tempo de 100 milisegundos para todos os gráficos no estudo do media streaming estes são apresentados usando uma taxa de transmissão em kbps.

3.4.2 P2P TV Streaming

Também no P2P IPTV streaming foi usado o Gnuplot na construção de todos os gráficos feitos para este tipo de tráfego, utilizando os dados obtidos foram criados gráficos correspondentes à comparação dos peers que comunicaram, contactados e que contactaram, tráfego

gerado por minuto e por hora ao longo do tempo, pacotes de dados e de controlo recebidos e enviados ao longo do tempo, tráfego gerado e recebido por cada país assim como os peers, bem como a divisão dos peers por local do globo.

Para além da análise convencional a partir do processamento dos dados obtidos foi feito o ajuste de curvas para os dados recolhidos do tráfego por minuto ao longo do tempo, para fazer este ajuste foi usado o programa Easy Fit Professional 5.3 da MathWare Technologies utilizando o Windows XP Professional. O programa que, através dos dados que lhe são introduzidos, faz o ajuste de curvas utilizando 61 curvas conhecidas e encontrando assim a que melhor se ajusta segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, dando depois o histograma relativo aos dados introduzidos assim como os vários gráficos das funções que se poderão adequar ao mesmo e os respectivos valores das funções, sendo escolhido sempre o que, segundo o teste, melhor se adequa. Todos os gráficos são feitos com um intervalo de tempo de um minuto dada a duração dos testes efectuados e para facilitar a sua percepção sendo depois apresentados utilizando uma taxa de transmissão em kbps.

3.4.3 Media e P2P TV Streaming

Os dados relativos ao media e ao peer-to-peer streaming são analisados com base nos procedimentos já efectuados para o media streaming e para o P2P IPTV streaming. Os dados obtidos são analisados comparando os dois métodos em análise pelo que são criados gráficos do tráfego recebido pelo media e pelo peer-to-peer streaming ao longo do tempo assim como para o tráfego enviado. São também criados gráficos individuais para o dois métodos estudados separados por tráfego enviado e recebido onde para além do histograma relativo à velocidade do tráfego são apresentadas as respectivas curvas de proximidade calculadas novamente pelo programa Easy Fit Professional 5.3. Para fazer a apresentação de todos os gráficos foi novamente usado o programa Gnuplot. Nos gráficos da comparação directa entre o tráfego peer-to-peer e media streaming convencional o intervalo de tempo usado foi de um minuto para melhorar a percepção do gráfico mas nos histogramas do tráfego e respectivas curvas de aproximação foi usado um intervalo de tempo de um segundo para mostrar uma variação mais próxima da realidade sendo que, todos estes gráficos são apresentados usando uma taxa de transmissão em kbps.

Capítulo 4

Apresentação e discussão de resultados

Neste capítulo é feita a análise e a discussão dos valores obtidos no capítulo 3 de maneira a perceber melhor a forma como os vários tipos de media streaming funcionam, assim como os vários programas P2P TV e os seus utilizadores.

4.1 Media Streaming

No media streaming a apresentação de resultados é feita através da análise dos gráficos do tráfego recebido por minuto e dos respectivos histogramas. A comparação dos vários gráficos obtidos para o mesmo site e para sites diferentes facilitam o entendimento do ocorrido e facilita a discussão de resultados.

4.1.1 Video Sharing

O video sharing apresenta a maior parcela estudada no que diz respeito ao media streaming apresentando valores bastante distintos para os diferentes sites estudados, valores esses que por vezes até dentro do mesmo site apresentam grandes variações conforme o vídeo a transmitir.

Youtube

O modo de funcionamento do Youtube em relação à transferência dos vídeos é diferente de grande parte dos sites do género, é feito um carregamento inicial de dados elevado do vídeo de forma a que a sua transmissão comece, sendo depois enviado um fluxo de dados contínuo de forma a que o vídeo não pare, sem carregar assim o sistema em demasia, de forma a que a recepção do vídeo não interfira com o restante funcionamento do sistema. O Youtube altera ainda o tamanho do buffer dos vídeos conforme a duração dos mesmos, a sua popularidade e

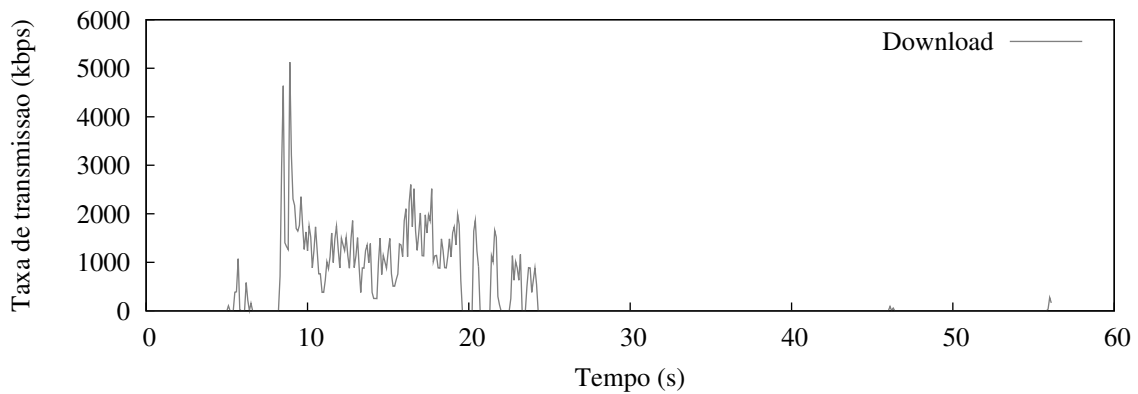


Figura 4.1: "auskim" - Tráfego capturado do Youtube

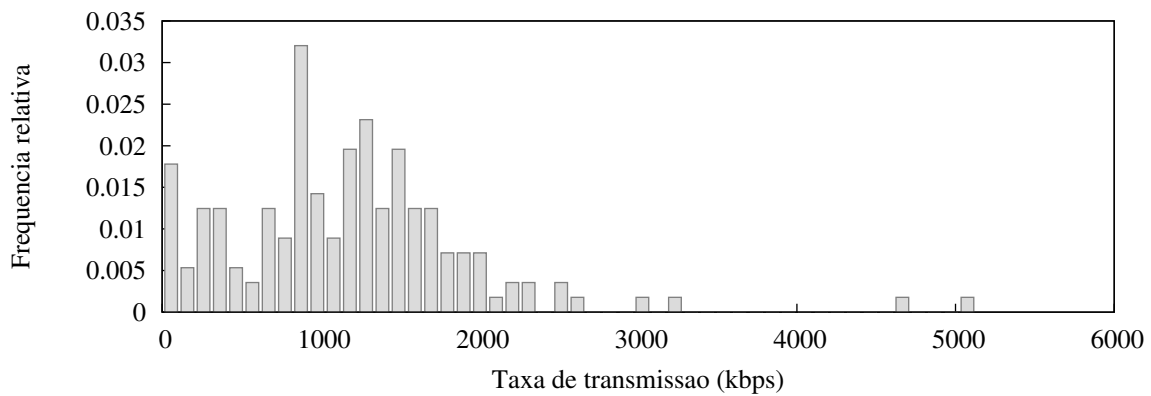


Figura 4.2: "auskim" - Histograma do tráfego realizado

a qualidade em que são transmitidos.

Na figura 4.1 é possível analisar a forma como o tráfego de um vídeo curto, 47 segundos, e com cerca de 50 visitas, muito pouco para este site, é recebido, existindo um pico inicial de troca de pacotes a fim do vídeo não parar sendo depois é feita uma troca de pacotes a fim de manter o vídeo a correr de maneira a que este não pare durante a sua reprodução. O vídeo é de qualidade bastante baixa pelo que o tráfego transferido é muito reduzido e o carregamento do vídeo é feito em pouco mais de metade do tempo da reprodução do mesmo, a uma velocidade média de cerca de 240 kbps, não sendo esta nada constante ao longo do tempo como é possível aferir na figura 4.2.

Nas figuras 4.3 e 4.4 é possível analisar uma transferência mais constante de pacotes logo após o pico inicial decorrente do carregamento do buffer para o vídeo "Madonna - celebration", é um vídeo com uma duração de 3:49 minutos, com cerca de 3 milhões de visitas e com uma qualidade normal pelo que a sua disponibilização por parte do Youtube terá de ser maior dado o elevado número de reproduções, sendo transferido a uma média de cerca de 648 kbps.

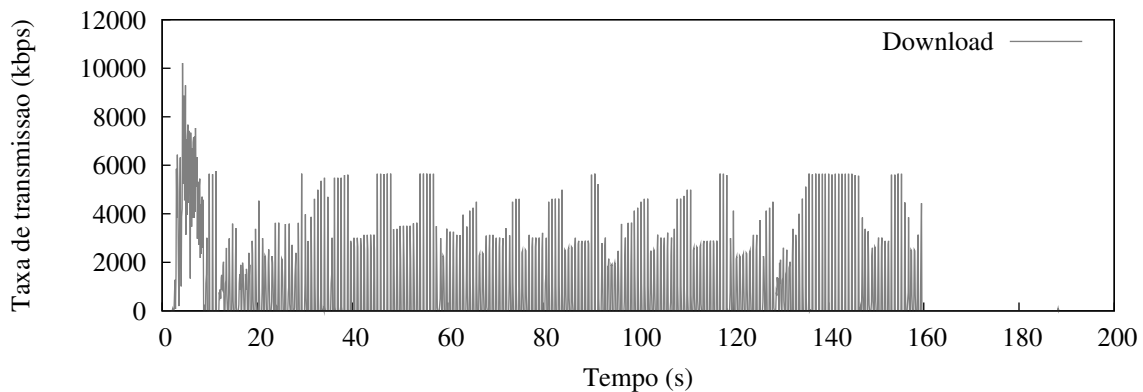


Figura 4.3: "Madonna - Celebration" - Tráfego capturado do Youtube

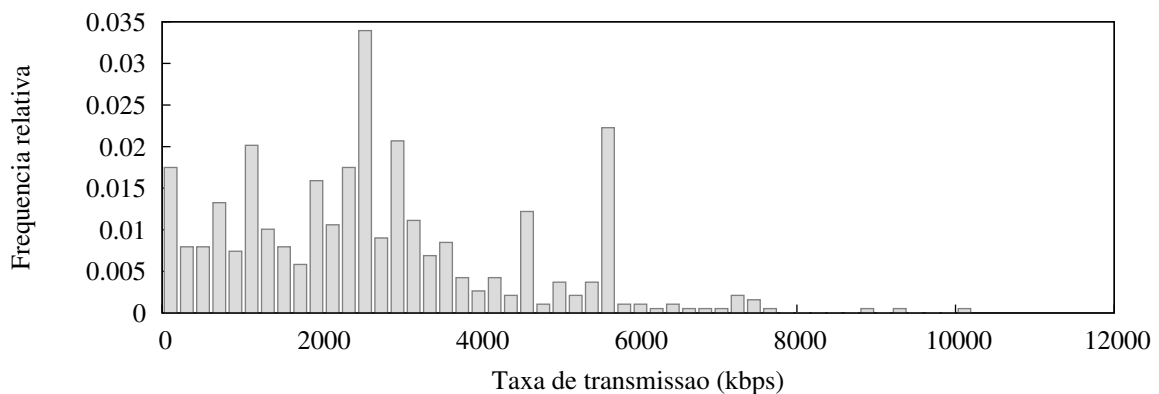


Figura 4.4: "Madonna - Celebration" - Histograma do tráfego realizado

O mesmo acontece com os vídeos "Death Metal Baby" e "Lindsay Lohan Dirty" correspondendo respectivamente às figuras 4.5 e 4.7, onde o primeiro com 4:35 minutos, com cerca de meio milhão de visitas e uma média de velocidade de transferência de 904 kbps e o segundo com 3:26 minutos, com mais de um milhão de visitas e com uma velocidade média de aproximadamente 600 kbps, são vídeos com uma grande regularidade de transmissão como é possível analisar pelos histogramas 4.6 e 4.8. São vídeos mais populares onde é dada mais atenção à sua correcta transmissão e para isso são necessários mais recursos, são colocados em vários servidores por forma a servirem o utilizador com uma melhor qualidade de serviço.

Vimeo

O Vimeo opera, por norma, a um ritmo bastante irregular, sendo que a média da velocidade de transmissão difere entre filmes em HD ou qualidade normal como seria de esperar, e também conforme a duração dos vídeos. É um método melhor que o download imediato de todo o vídeo mas que mesmo assim pode sobrecarregar o sistema em demasia se essa velocidade de download for exagerada relativamente à velocidade da ligação. Uma vez que o Vimeo

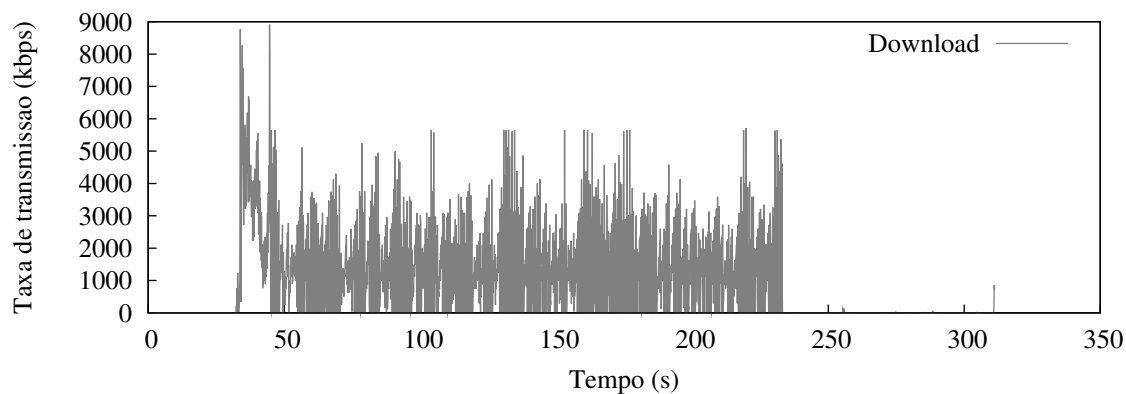


Figura 4.5: "Death Metal Baby" - Tráfego capturado do Youtube

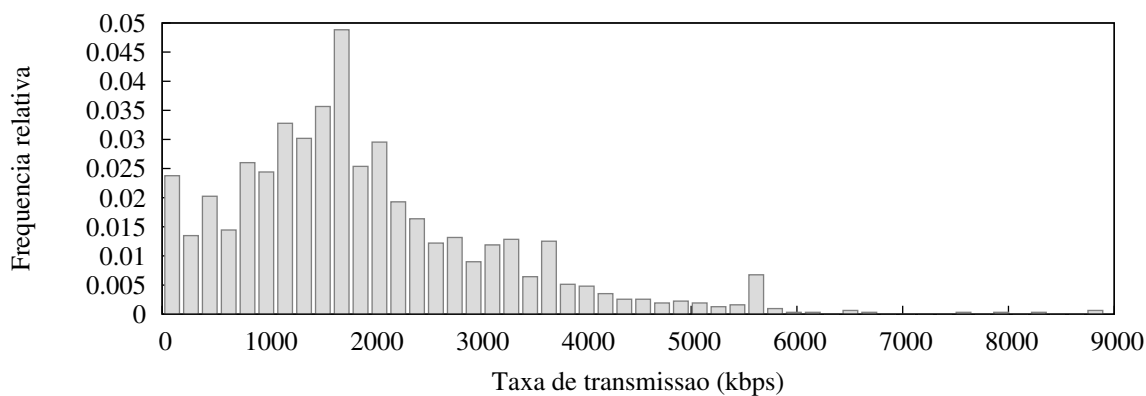


Figura 4.6: "Death Metal Baby" - Histograma do tráfego realizado

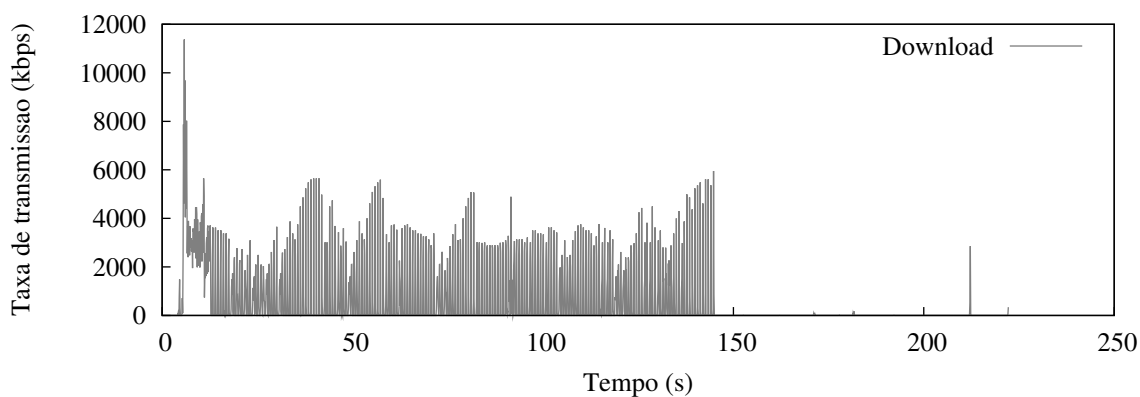


Figura 4.7: "Lindsay Lohan Dirty" - Tráfego capturado do Youtube

não faz um carregamento inicial elevado a fim de começar logo a transmissão do vídeo, este pode demorar a começar a sua reprodução.

Na figura 4.9, correspondente ao vídeo "Test Oil", podemos ver a evolução do tráfego, o

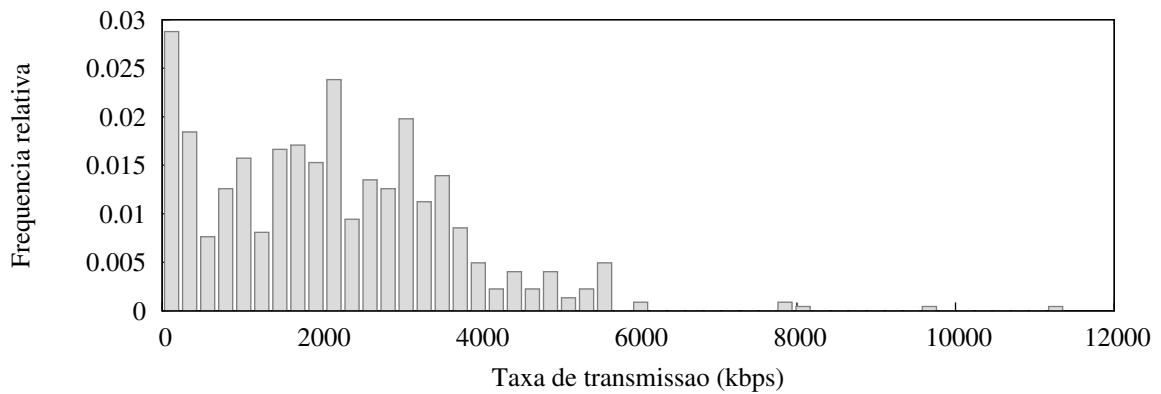


Figura 4.8: "Lindsay Lohan Dirty" - Histograma do tráfego realizado

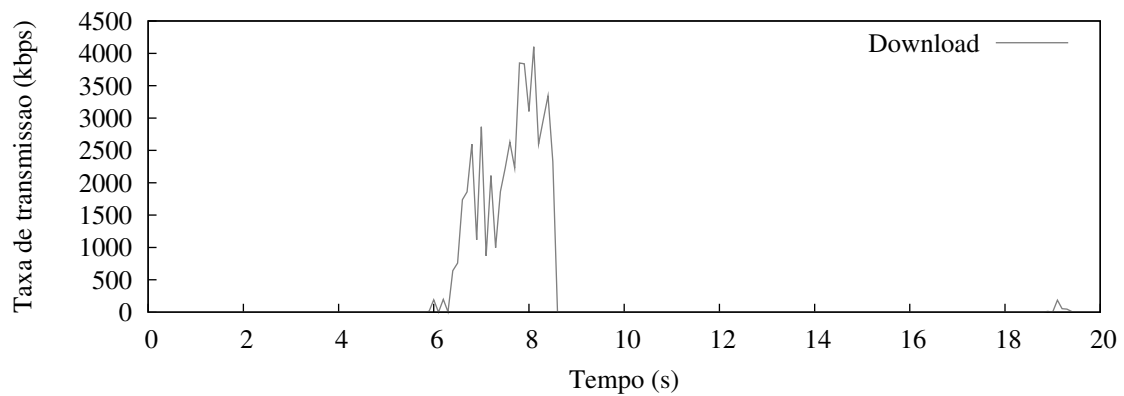


Figura 4.9: "Test Oil" - Tráfego capturado do Vimeo

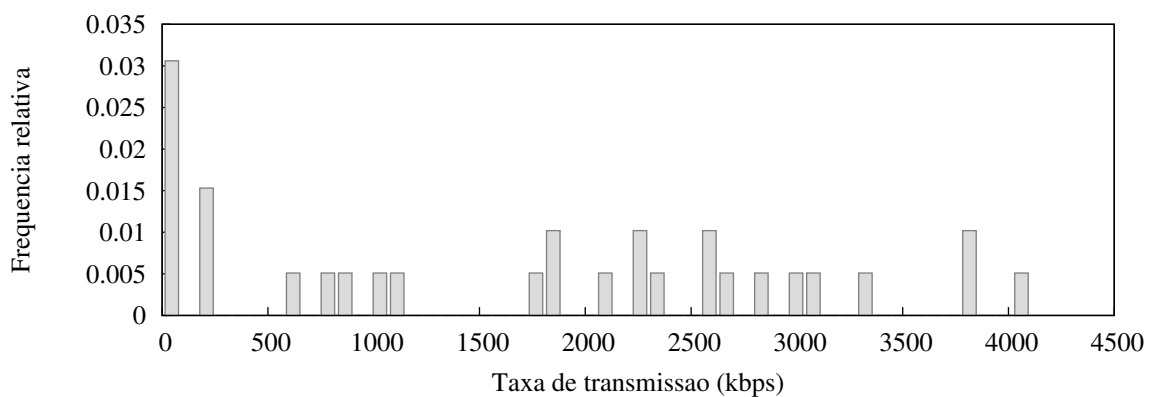


Figura 4.10: "Test Oil" - Histograma do tráfego realizado

vídeo tem 8 segundos e cerca de 2500 visitas sendo transferido a uma média de 224 kbps, o histograma é mostrado na figura 4.10 não sendo possível tirar conclusões com base neste, uma vez que o carregamento é feito muito rapidamente dada a pequena dimensão do vídeo.

O vídeo "Big", com 1:10 minutos de duração, já é mais procurado, com 164 mil visitas

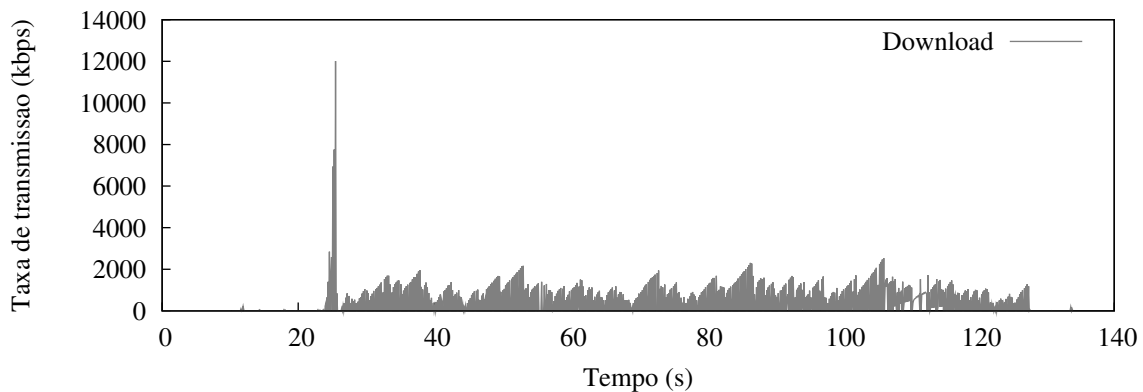


Figura 4.11: "Big" - Tráfego capturado do Vimeo

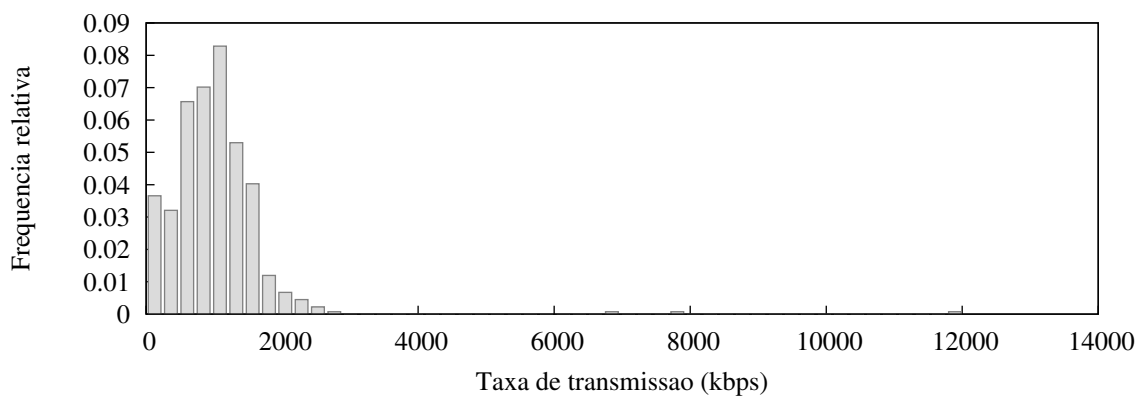


Figura 4.12: "Big" - Histograma do tráfego realizado

e com uma velocidade média de transmissão de 400 kbps, o histograma 4.12 mostra uma transmissão sem uma troca de pacotes a um ritmo constante mas o carregamento do vídeo é feito de forma contínua não sobrecarregando a ligação, como é possível analisar na figura 4.11.

O vídeo "Random Analog Teaser" com cerca de 3 milhares de visitas e duração de 1:44 minutos, tem como média de transmissão cerca de 688 kbps carregando de uma forma contínua como mostra a figura 4.13 mas sem ser possível obter um ritmo constante de transmissão como é possível verificar no histograma 4.14.

Já no vídeo "Random Analog" de 27:09 minutos e com cerca de 5000 visitas, referente à figura 4.15 é possível verificar que o carregamento é feito de forma mais constante, alterando-se só por volta dos 650 segundos para um ajuste do buffer que começava a ser curto para a correcta transmissão do vídeo, sendo a sua transmissão feita a cerca de 752 kbps, é possível conferir a existência de duas zonas distintas de velocidade de tráfego no histograma 4.16 correspondentes às duas alturas distintas referidas anteriormente.

O funcionamento do sistema para os vídeos em alta definição partilhados no Vimeo é

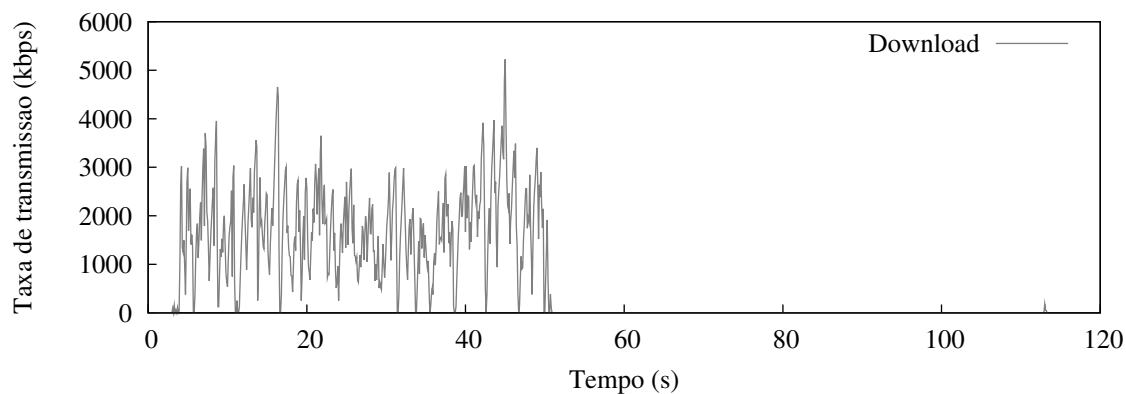


Figura 4.13: "Random Analog Teaser" - Tráfego capturado do Vimeo

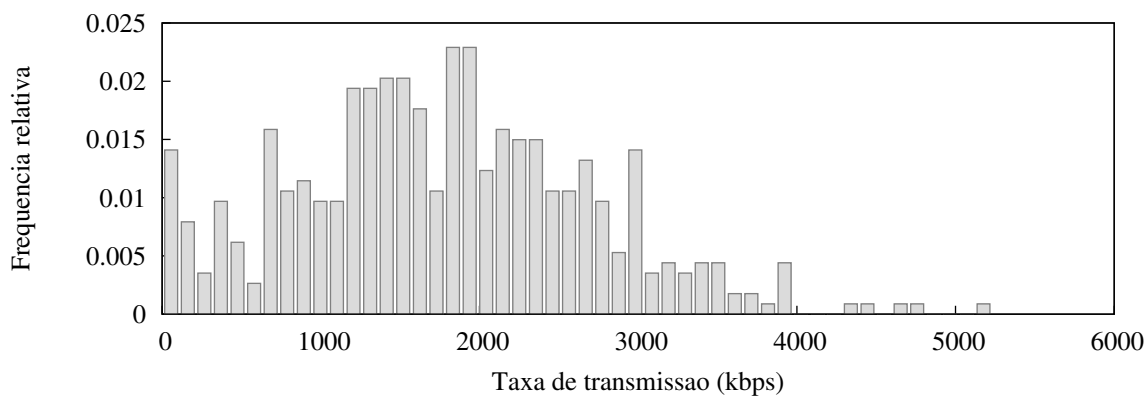


Figura 4.14: "Random Analog Teaser" - Histograma do tráfego realizado

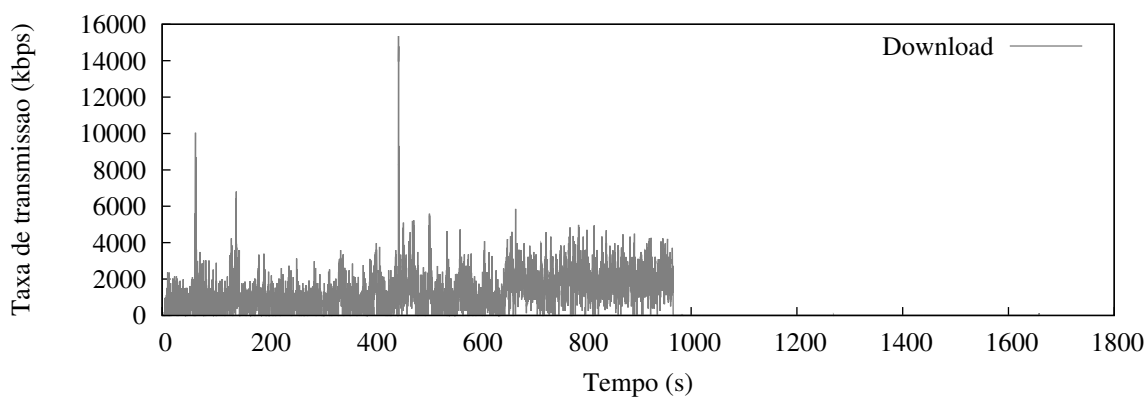


Figura 4.15: "Random Analog" - Tráfego capturado do Vimeo

semelhante, mudando apenas a velocidade de transferência, que será superior.

Para o vídeo "Blackhole", transmitido em HD, com duração de 2:10 minutos e com cerca de 164 mil visitas, a velocidade de transferência média foi de cerca de 1616 kbps, algo muito

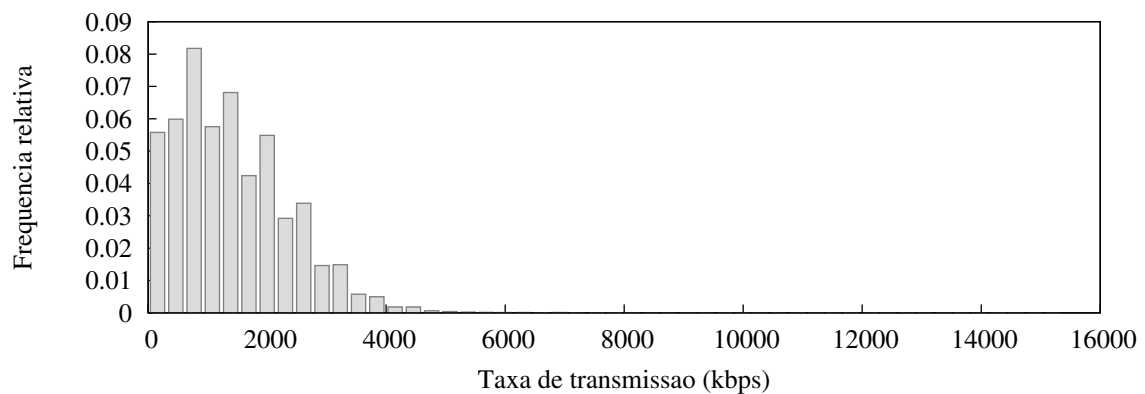


Figura 4.16: "Random Analog" - Histograma do tráfego realizado

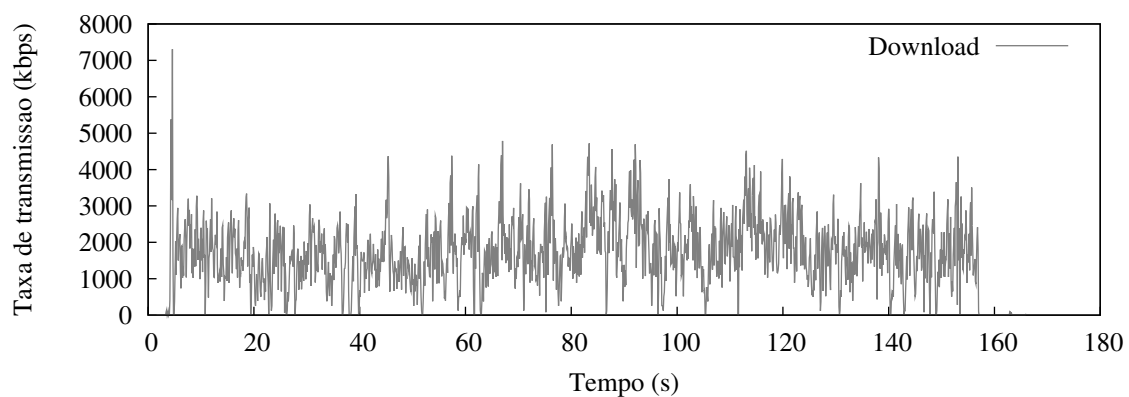


Figura 4.17: "Blackhole" - Tráfego capturado do Vimeo

superior, mais do dobro da maior parte dos vídeos do Vimeo transmitidos em qualidade normal, o que também exigiu um tempo de espera inicial superior ao normal. Na figura 4.17 é possível verificar que, apesar do vídeo ter apenas 130 segundos, a transferência de dados estende-se por quase 160 segundos, apesar do vídeo não ter parado nenhuma vez, este demorou mais do que o normal a começar, no histograma da figura 4.18 é possível ver que, tal como acontece nos outros vídeos do Vimeo, mais uma vez o carregamento foi feito com um ritmo bastante irregular.

O vídeo "Time to Go" em HD, tem duração de 4:15 minutos e com cerca de 27 mil visitas, teve uma média de transferência de cerca de 2000 kbps sendo a sua transmissão bastante irregular como apresenta o histograma da figura 4.20, faz o carregamento total do vídeo muito rapidamente, traz uma vantagem na medida em que mesmo que se desconecte a ligação à rede, o vídeo pode ser todo reproduzido ou até mesmo puxado para a frente mas tem como desvantagem o facto de ter sobrecarregado o sistema por alguns instantes, cerca de 35 segundos, como se vê na figura 4.19.

Tal como acontece em "Time to Go", no vídeo "Sword", na sua versão HD, este também

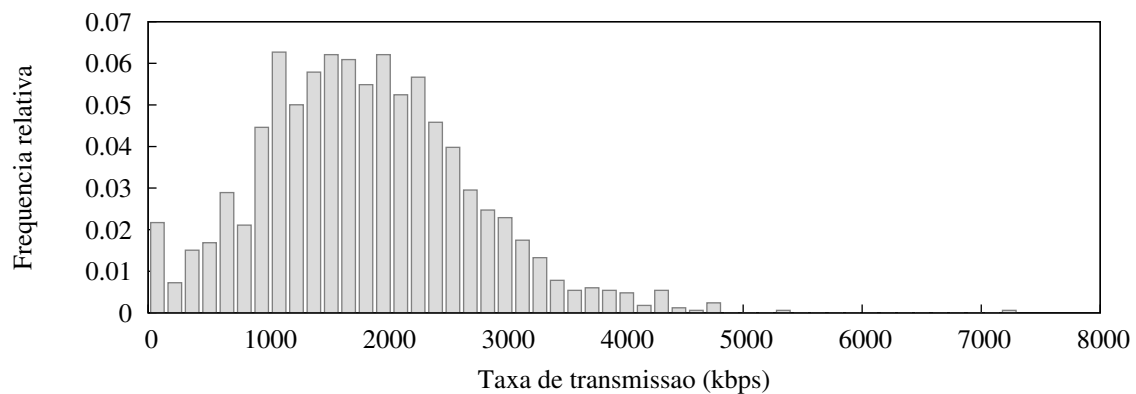


Figura 4.18: "Blackhole" - Histograma do tráfego realizado

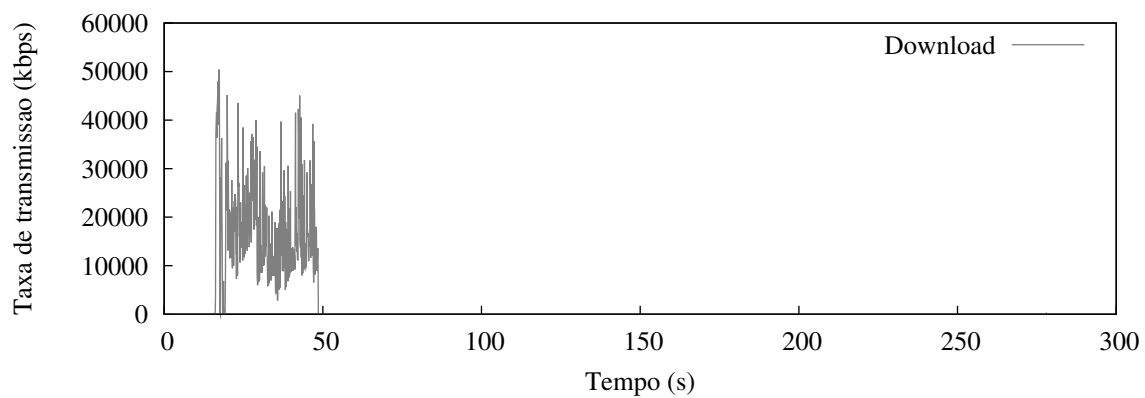


Figura 4.19: "Time to Go" - Tráfego capturado do Vimeo

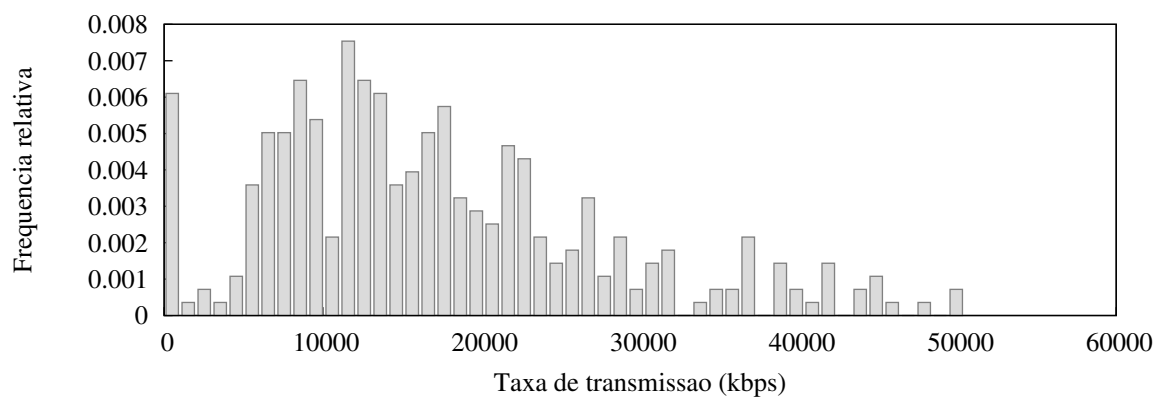


Figura 4.20: "Time to Go" - Histograma do tráfego realizado

é carregado na sua totalidade logo no início como é visível na figura 4.21, a uma velocidade média de cerca de 1912 kbps e sem ser constante na sua transmissão como se pode verificar pela figura 4.22, o vídeo tem duração de 3:30 minutos e com cerca de 5 mil visitas, o que deixa transparecer que o Vimeo faz um carregamento mais rápido para vídeos com um número

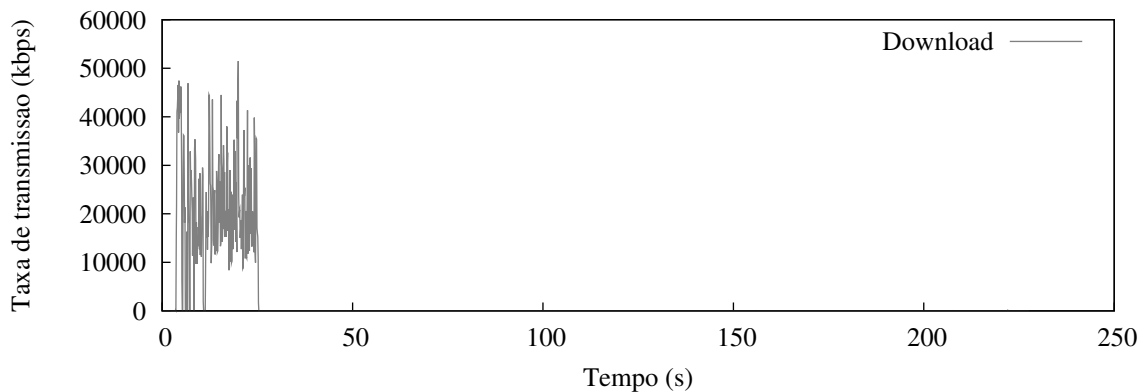


Figura 4.21: "Sword" - Tráfego capturado do Vimeo

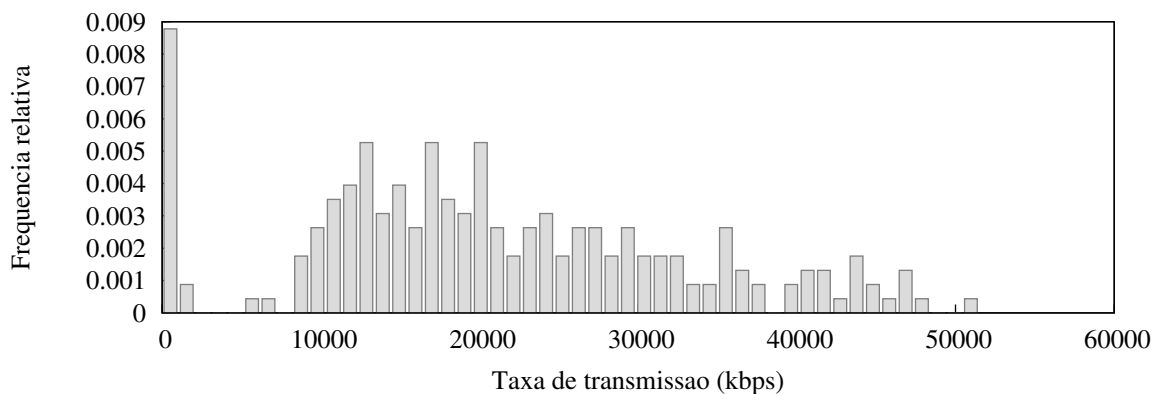


Figura 4.22: "Sword" - Histograma do tráfego realizado

menor de procuras, 4.17 e 4.19, transmitindo de forma mais faseada os vídeos com muitas reproduções, 4.21.

Daily Motion

O Daily Motion faz o carregamento dos vídeos por fases, tendo assim alturas em que está a transmitir e outras em que não envia dados, carregando assim partes do vídeo no buffer, ficando depois alguns segundos sem transmitir nada, algo diferente de todos os outros sites do género aqui analisados. Quando o carregamento acontece, este não é feito a uma velocidade excessiva, pelo que o sistema não é sobrecarregado. Por outro lado quando o Daily Motion não está a transmitir dados a ligação fica totalmente desimpedida.

No vídeo "Joga Bonito", com duração de 1:29 minutos e com cerca de 5000 visitas, podemos ver o que foi dito acima, como ilustra a figura 4.23, onde o vídeo é carregado por partes, tendo os intervalos de descanso até 10 segundos de duração, durante os períodos em que está a ser carregado, este carregamento é feito a uma velocidade média de aproximadamente 504

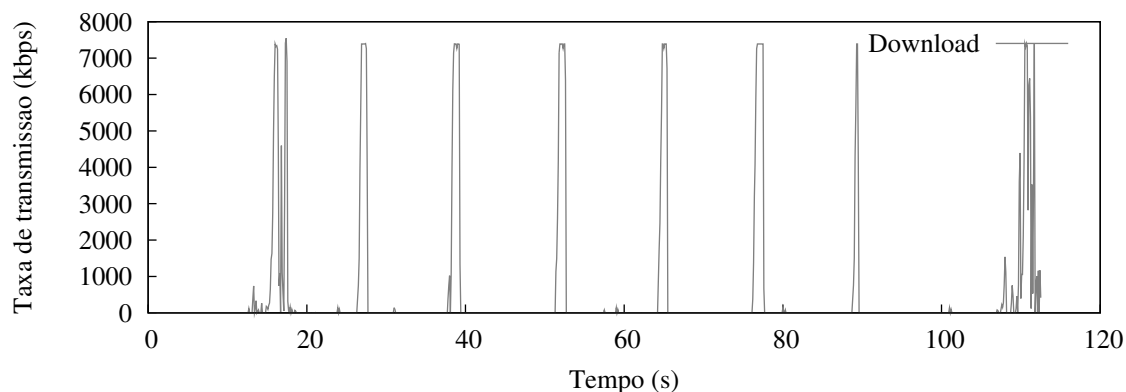


Figura 4.23: "Joga Bonito" - Tráfego capturado do Daily motion

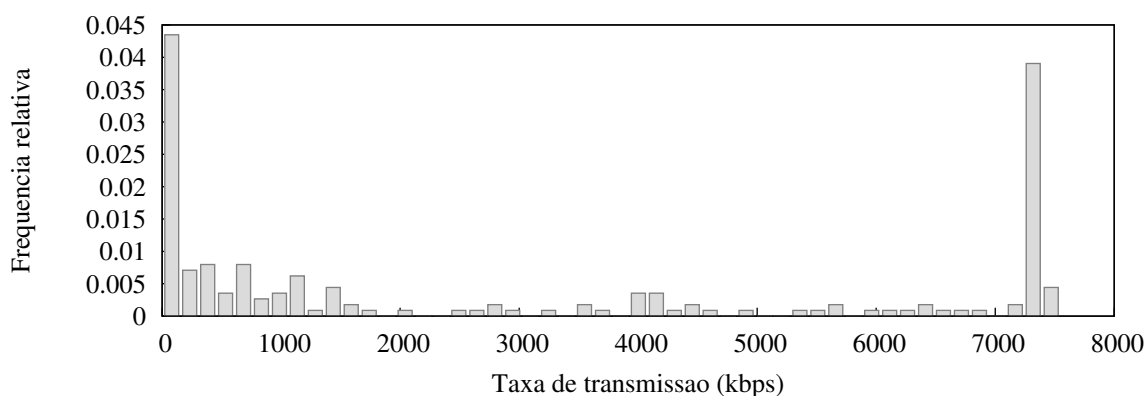


Figura 4.24: "Joga Bonito" - Histograma do tráfego realizado

kbps. O histograma da figura 4.24 mostra que a transferência é feita de modo muito pouco regular no que diz respeito a uma velocidade constante de troca de pacotes.

No vídeo "Mario Kart", com duração de 2:16 minutos mas com mais de 7 milhões de visitas, podemos reparar, como mostra a figura 4.25, que este é carregado a uma velocidade constante no início do vídeo, não sobrecarregando o sistema mas actuando assim de forma diferente do habitual para este site, um dos motivos poderá prender-se ao facto do vídeo ser bastante procurado, mais de 7 milhões de visitantes, pelo que pode ser política do site actuar assim nestes casos, a velocidade média é de cerca de 1000 kbps sendo que através do seu histograma representado na figura 4.26 é possível verificar já existir uma troca de pacotes a uma velocidade mais constante.

O vídeo "Animals", um vídeo pequeno, com 36 segundos de duração e quase 900 visitas, ilustrado na figura 4.27, já é carregado como o vídeo "Joga Bonito" como se pode observar em 4.23, de forma faseada e com grandes intervalos entre carregamentos, apresenta assim um histograma, figura 4.28, parecido com o da figura 4.24, referente ao vídeo "Joga Bonito".

Os vídeos disponíveis no site Daily Motion em alta definição são carregados tendo em conta

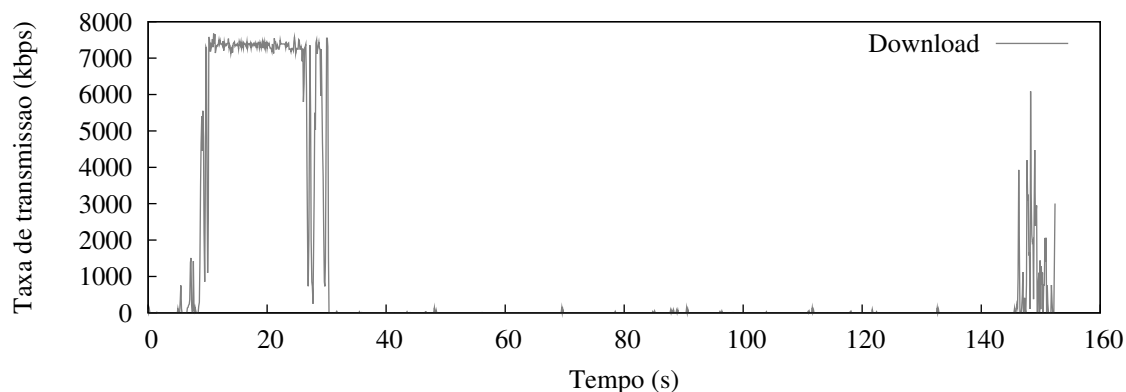


Figura 4.25: "Mario Kart" - Tráfego capturado do Daily motion

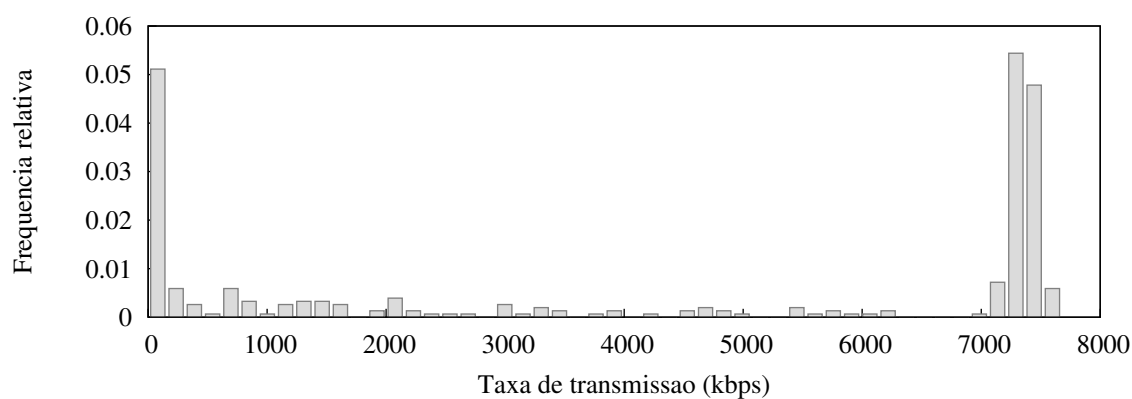


Figura 4.26: "Mario Kart" - Histograma do tráfego realizado

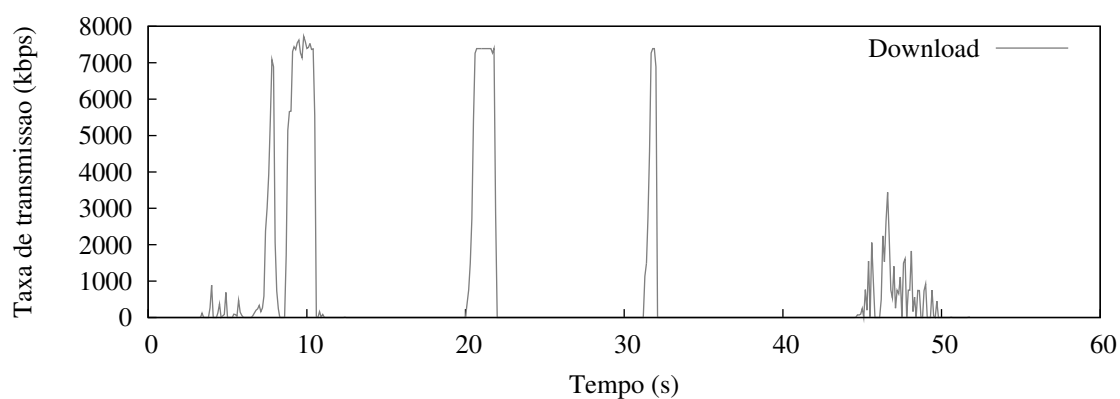


Figura 4.27: "Animals" - Tráfego capturado do Daily motion

os princípios utilizados nos vídeos de qualidade normal e, apesar do seu tamanho ser superior, regem-se pelas mesmas políticas, assim, para dois vídeos em HD, "Make the Girl Dance" e "Moon Boy", representados nas figuras 4.29 e 4.31, com 4:21 e 3:47 minutos respectivamente, o primeiro com mais de 7 milhões de visitas e com uma velocidade média de transmissão de

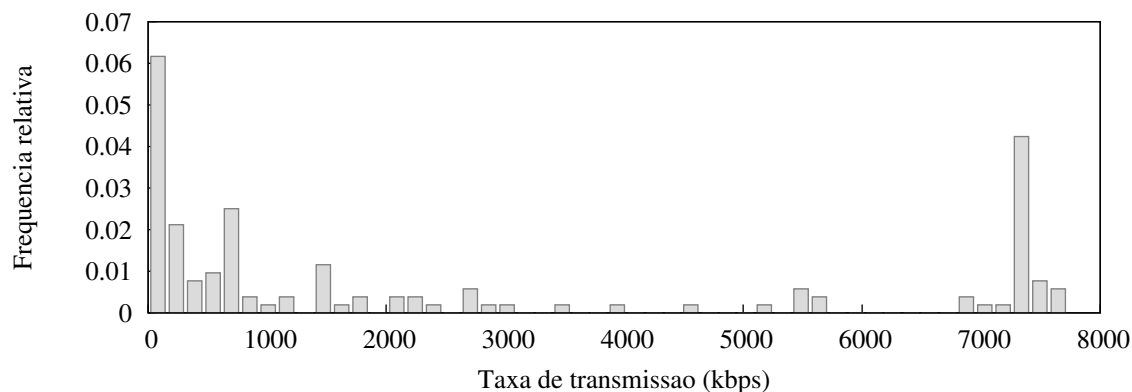


Figura 4.28: "Animals" - Histograma do tráfego realizado

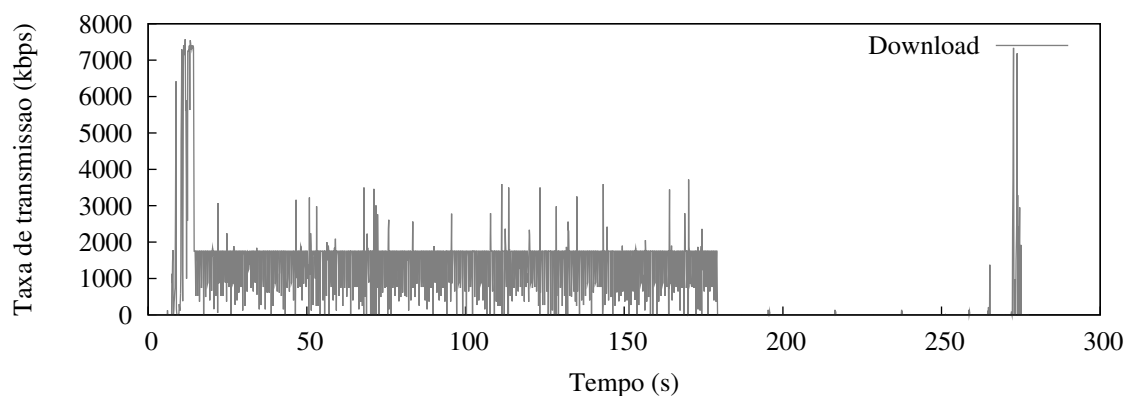


Figura 4.29: "Make the Girl Dance HD" - Tráfego capturado do Daily motion

aproximadamente 968 kbps e o segundo com 27 mil com uma velocidade de cerca de 776 kbps, é possível verificar que o primeiro, com milhões de visitantes, é carregado de forma contínua e compacta, ao contrário do carregamento espaçado, que acontece em "MoonBoy HD". O histograma do "Make the Girl Dance", ilustrado na figura 4.30 mostra esta constante de velocidade de transmissão, muito diferente do histograma da figura 4.32 referente ao tráfego realizado do vídeo "MoonBoy HD".

No final da reprodução dos vídeos no site Daily Motion, é gerado um tráfego adicional, tráfego esse que corresponde ao facto do site colocar no final da reprodução alguns vídeos que o utilizador pode querer ver, vídeos esses relacionados com o que acabou de ser reproduzido.

Sapo Vídeos

O modo de funcionamento do Sapo vídeos é bastante simples, faz o download à velocidade máxima carregando assim o vídeo num curto espaço de tempo se a ligação assim o permitir, mas ocupando muita largura de banda nesse período o que pode não ser viável se o utilizador estiver a usar a ligação para outros fins.

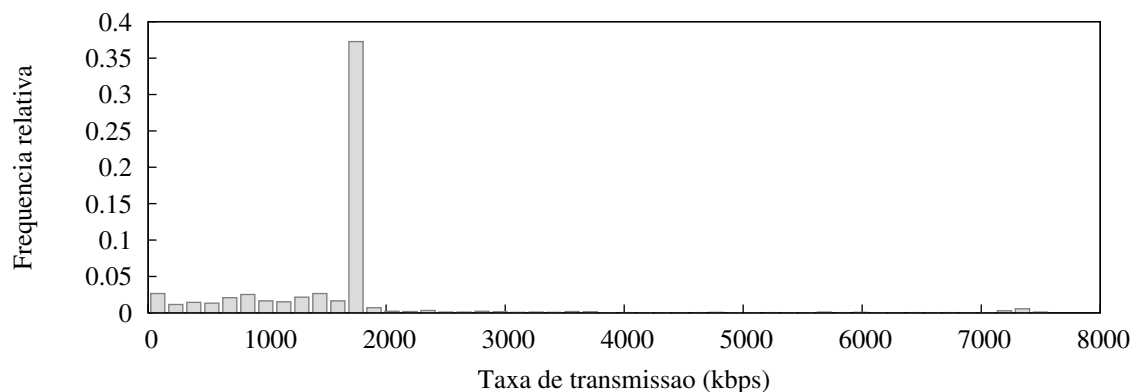


Figura 4.30: "Make the Girl Dance HD" - Histograma do tráfego realizado

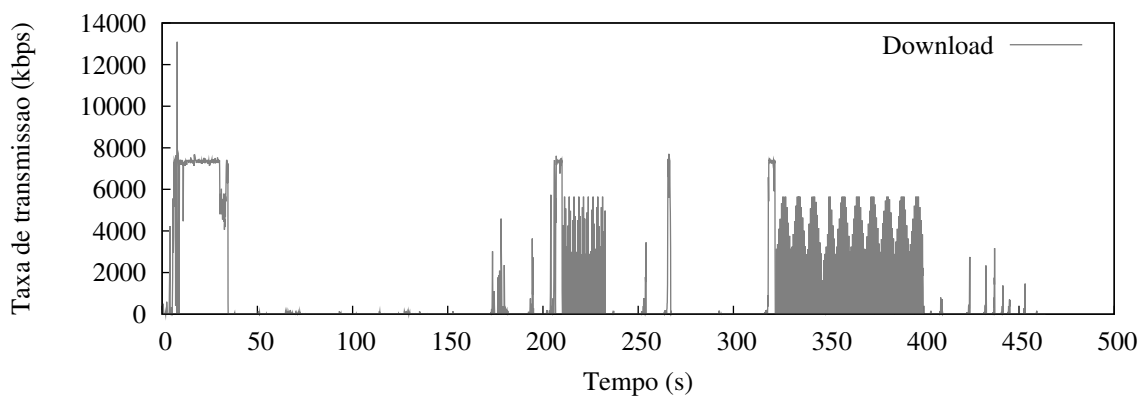


Figura 4.31: "Moon Boy HD" - Tráfego capturado do Daily motion

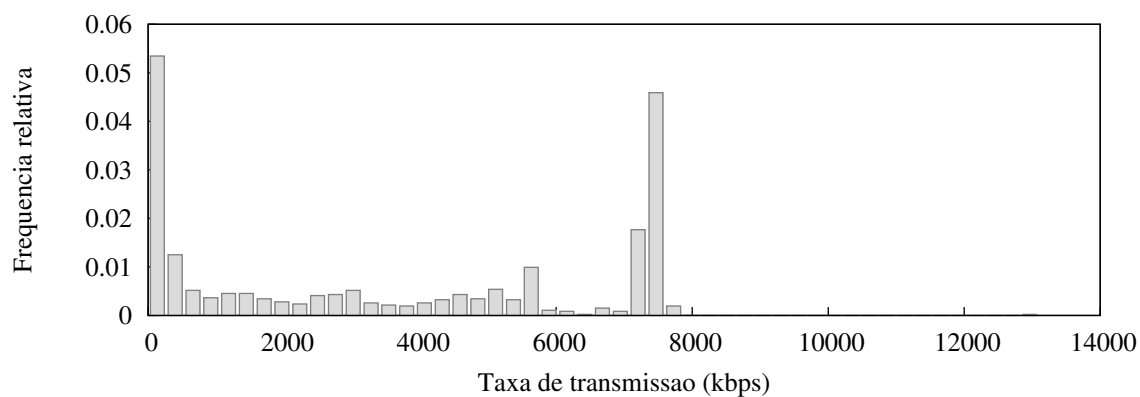


Figura 4.32: "Moon Boy HD" - Histograma do tráfego realizado

O vídeo "Eh Marine", com apenas 5 segundos de duração, e com cerca de 7 mil visitas, o vídeo é carregado num período de tempo muito curto como mostra a figura 4.33, a sua velocidade média de transmissão é todavia, de cerca de 160 kbps, um valor muito reduzido que

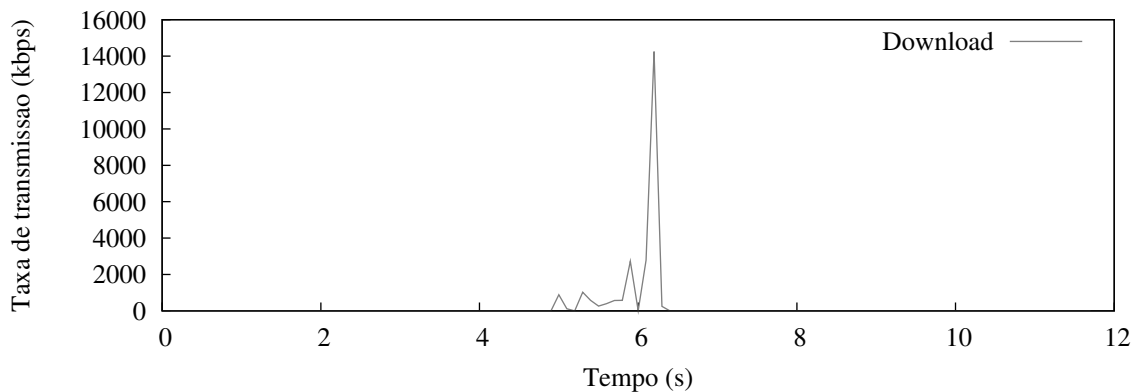


Figura 4.33: "Eh Marine" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos

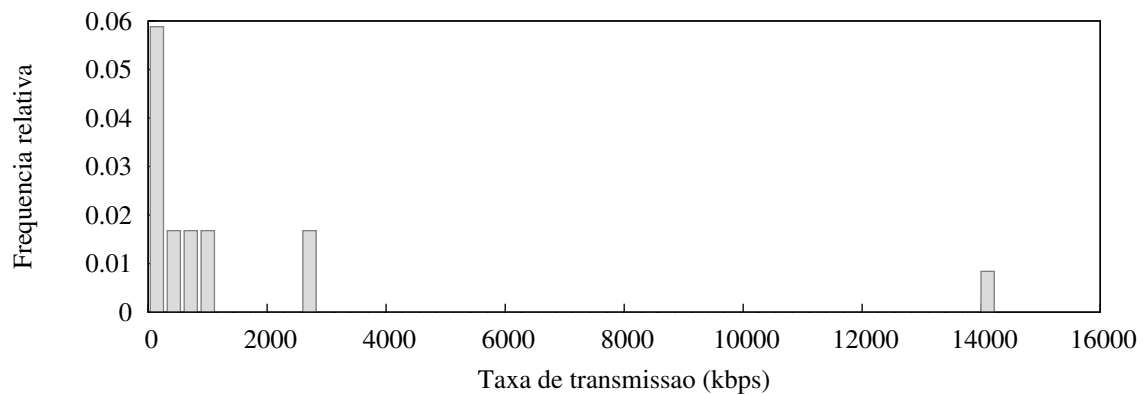


Figura 4.34: "Eh Marine" - Histograma do tráfego realizado

mostra bem a falta de qualidade do vídeo dada a sua dimensão muito pequena, o histograma da figura 4.34 mostra o número reduzido de pacotes trocados o que não revela nada sobre a sua transmissão.

Tal como acontece no vídeo "Eh Marine", também o vídeo "Loira", ilustrado na figura 4.35, tem a sua duração muito curta, apenas 17 segundos, mas um número de visualizações bastante grande, cerca de 310 mil, é carregado rapidamente, com uma velocidade média de aproximadamente 280 kbps, mas com uma velocidade de pico que pode chegar aos 14000 kbps, um valor muito acima do que foi medido na maior parte dos outros sites do género, Esta velocidade não é variável de vídeo para vídeo conforme o número de visualizações, ou seja, todos os vídeos são transferidos segundo os mesmos meios, independentemente do número de visitas que têm, o histograma da figura 4.36 pouco diz sobre o vídeo, tal como acontece no vídeo "Eh Marine".

O vídeo "Campeão" já é mais longo, tem duração de 2:34 minutos, e também tem mais visitas, mais de 1 milhão e meio, no entanto o método de obtenção do vídeo é exactamente igual, como é possível ver na figura 4.37, este é carregado em poucos segundos mesmo tendo

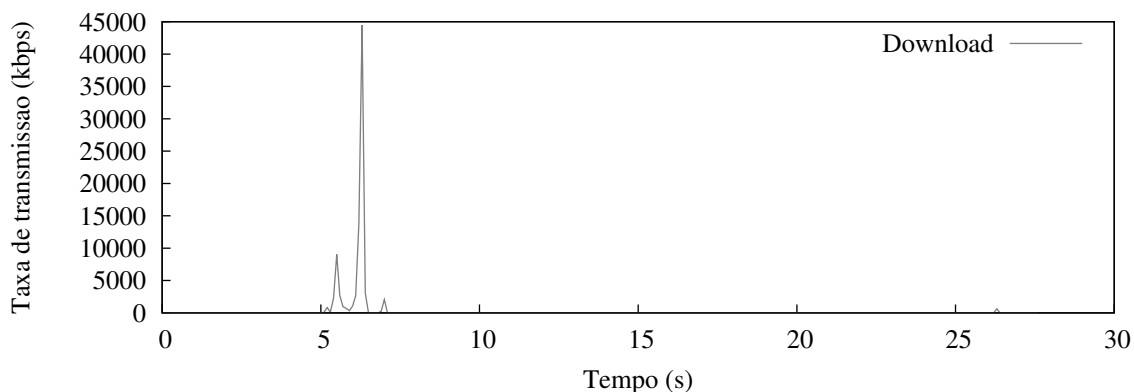


Figura 4.35: "Loira" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos

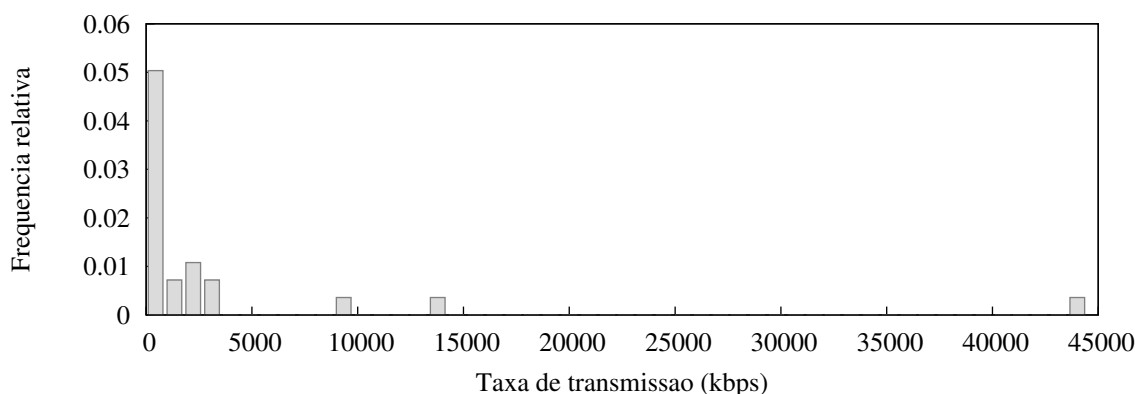


Figura 4.36: "Loira" - Histograma do tráfego realizado

uma duração longa que possibilitaria um download menos intenso em termos de velocidade. A velocidade média de transferência de dados é de 456 kbps não sendo feita de forma linear como mostra o histograma da figura 4.38. O mesmo se passa no vídeo "Não Há Crise", ilustrado na figura 4.37e com o histograma correspondente na figura 4.40, tem duração de 7:21 minutos, uma duração bastante longa para um vídeo num site de video sharing, mas apesar disso, é carregado em pouco menos de 15 segundos com uma média de aproximadamente 944 kbps, um valor alto relativamente aos outro vídeos de duração mais curta.

RedTube

O funcionamento do site é semelhante ao funcionamento de outros sites de partilha de vídeos onde o vídeo é carregado lentamente de forma a que a imagem nunca pare e sem sobrecarregar em demasia a ligação à Internet. O primeiro vídeo analisado deste site, "Nelly", representado na figura 4.41, tem três minutos de duração e segundo o site 130 mil visualizações, apresenta uma velocidade média de transmissão de 312 kbps, a sua transmissão é feita de forma algo irregular, como mostra o histograma da imagem 4.42, não mostrando um padrão

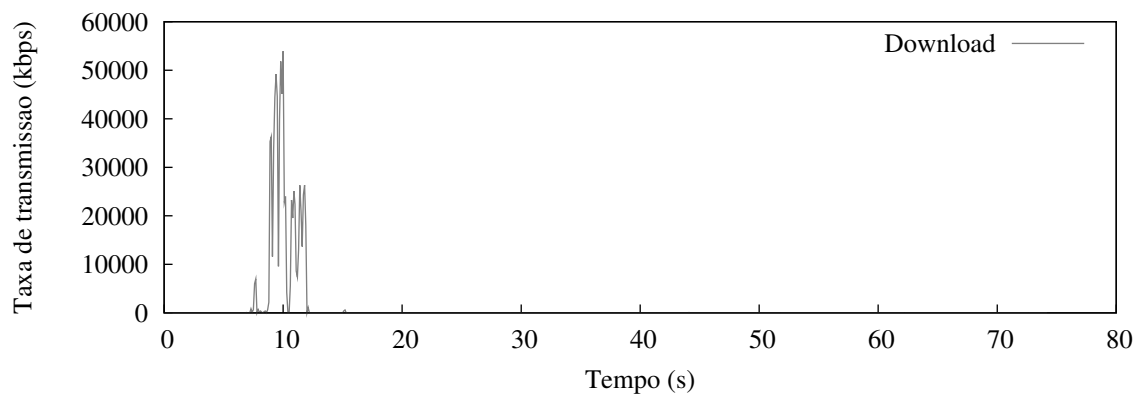


Figura 4.37: "Campeão" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos

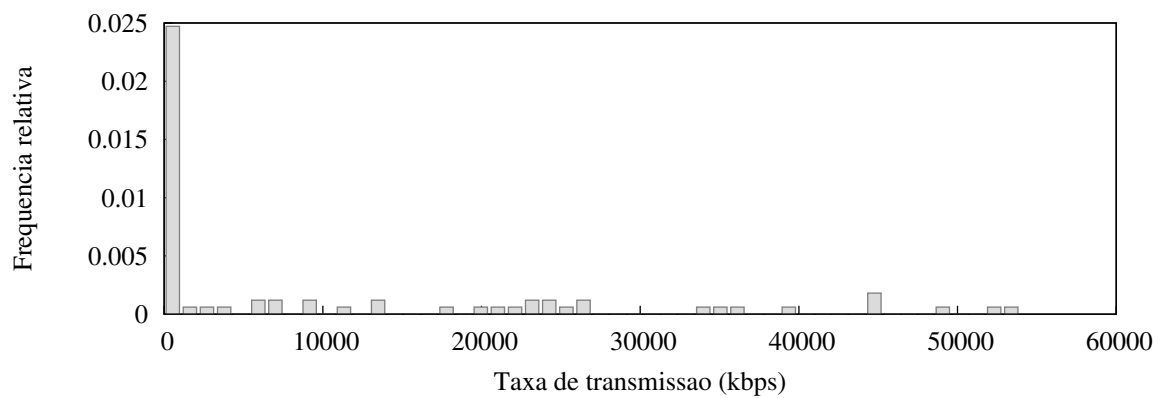


Figura 4.38: "Campeão" - Histograma do tráfego realizado

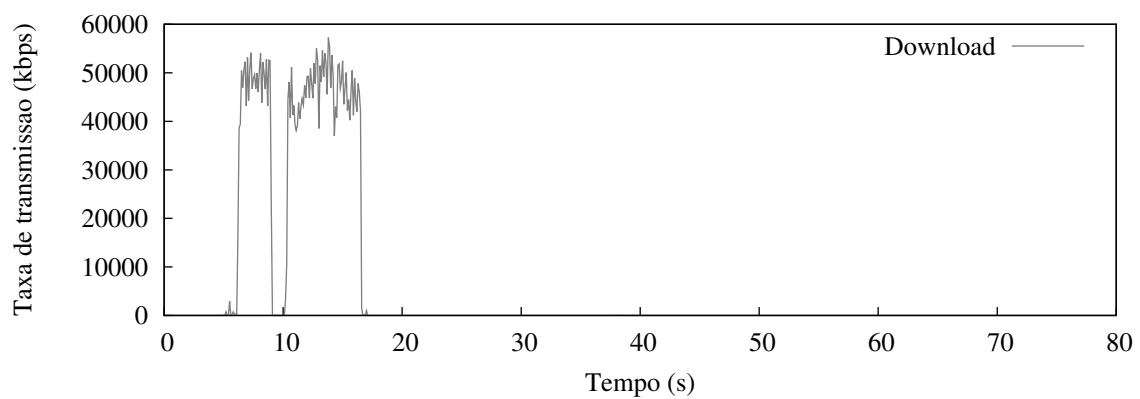


Figura 4.39: "Não Há Crise" - Tráfego capturado do Sapo Vídeos

no carregamento do vídeo, mas sendo este feito de forma contínua de maneira a manter sempre o vídeo em andamento.

No vídeo "Two Ling", com 300 mil visitas e com duração de 26:48 minutos, muito mais longo que o vídeo anterior, já é possível ver que o carregamento é feito de forma mais regular,

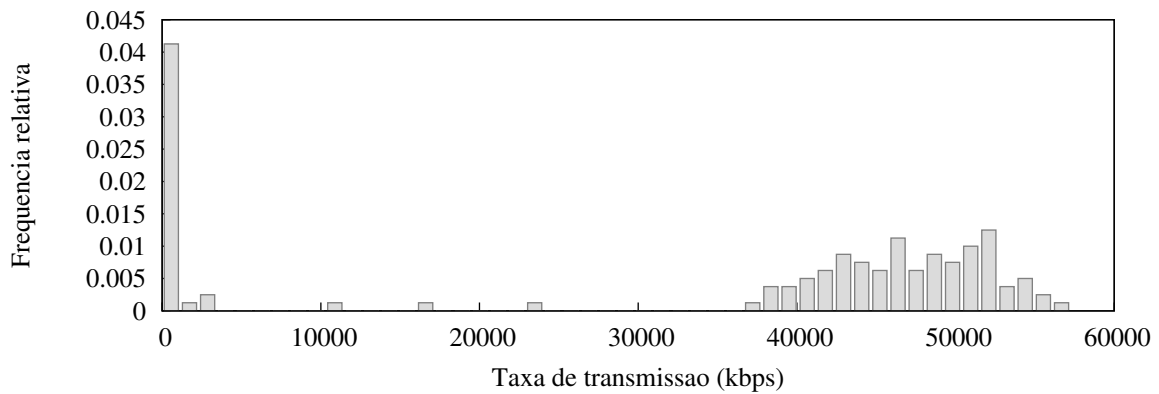


Figura 4.40: "Não Há Crise" - Histograma do tráfego realizado

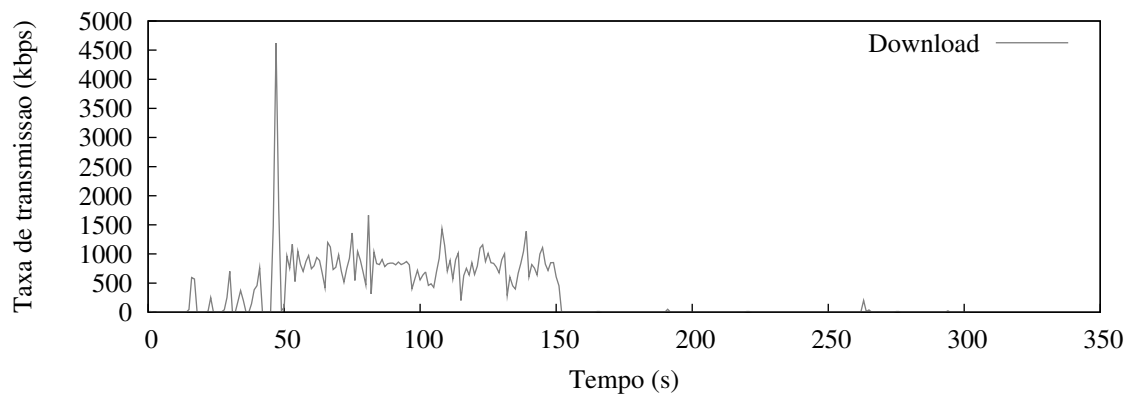


Figura 4.41: "Nelly" - Tráfego capturado do RedTube

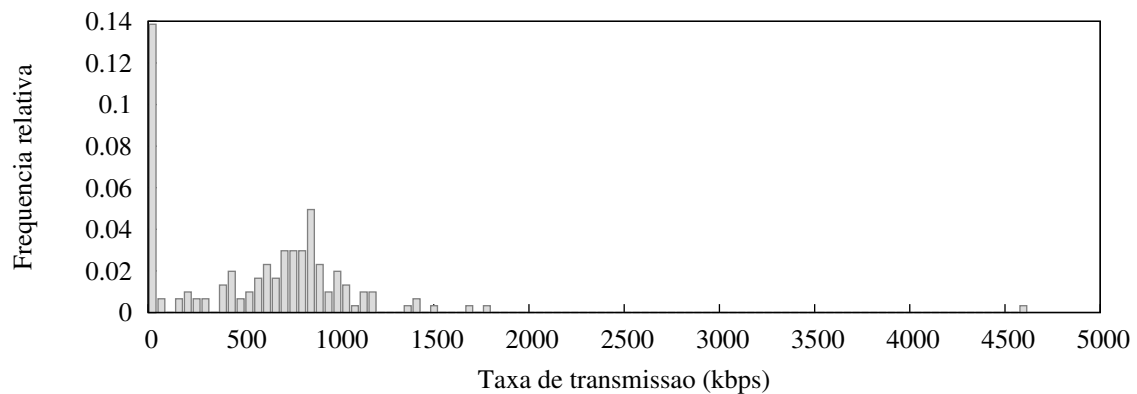


Figura 4.42: "Nelly" - Histograma do tráfego realizado

com uma velocidade média de transmissão de 656 kbps, onde a velocidade de transmissão, apesar de não ser linear, tem vários períodos de tempo durante os quais a velocidade é quase constante como mostra a figura 4.44, referente ao histograma da captura do vídeo. Tal como acontecia no vídeo "Nelly", também este não sofre cortes na troca de pacotes pelo que o buffer

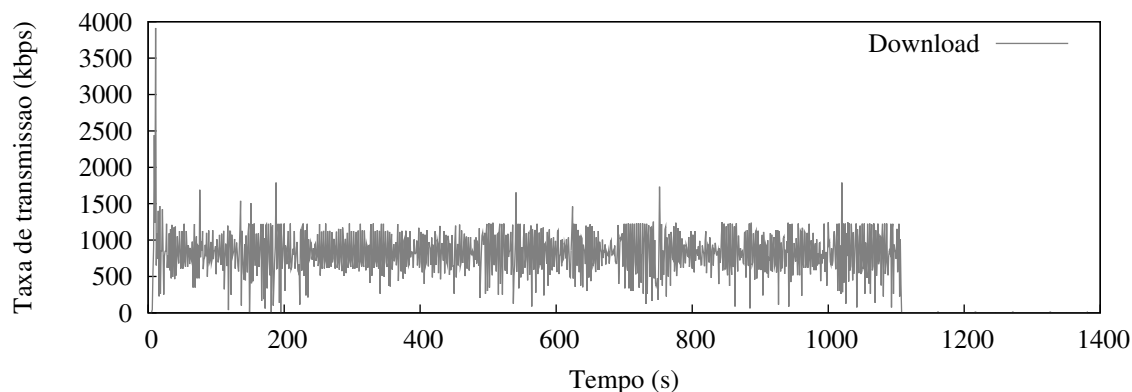


Figura 4.43: "Two Ling" - Tráfego capturado do RedTube

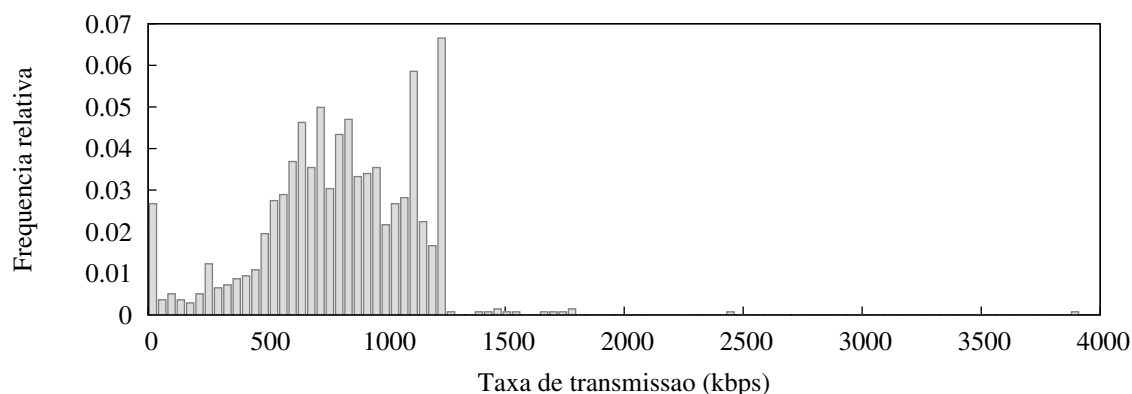


Figura 4.44: "Two Ling" - Histograma do tráfego realizado

está sempre a ser carregado lentamente como ilustra a figura 4.43.

Apple Trailers

Neste site os vídeos são carregados a uma velocidade constante pelo que não é utilizado buffer, mas também a velocidade de download não é muito alta o que não compromete o funcionamento do sistema nem deixa que o vídeo encrave. Os trailers estão separados por diversas qualidades de imagem, optando-se por escolher, para dois vídeos diferentes, as qualidades Standard e High Definition, nas figuras 4.45 e 4.47 estão representados o tráfego efectuado com a visualização dos trailers dos filmes Red Barron e Out of My League em qualidade normal, transmitidos a aproximadamente 1112 e 1240 kbps, respectivamente, seguindo-se os mesmos vídeos mas em alta definição, ilustrados nas figuras 4.49 e 4.51.

O download destes vídeos é feito de forma quase constante como mostram os histogramas representados nas figuras 4.46 e 4.48, porém estes downloads são feitos a uma velocidade algo elevada para a duração dos vídeos uma vez que, tendo em conta a duração do vídeo e o

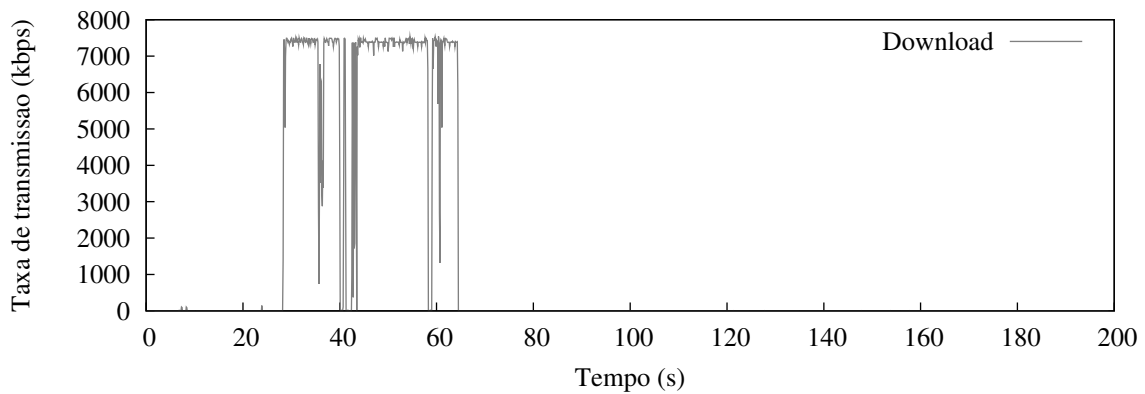


Figura 4.45: "Red Baron" - Tráfego capturado do Apple Trailers

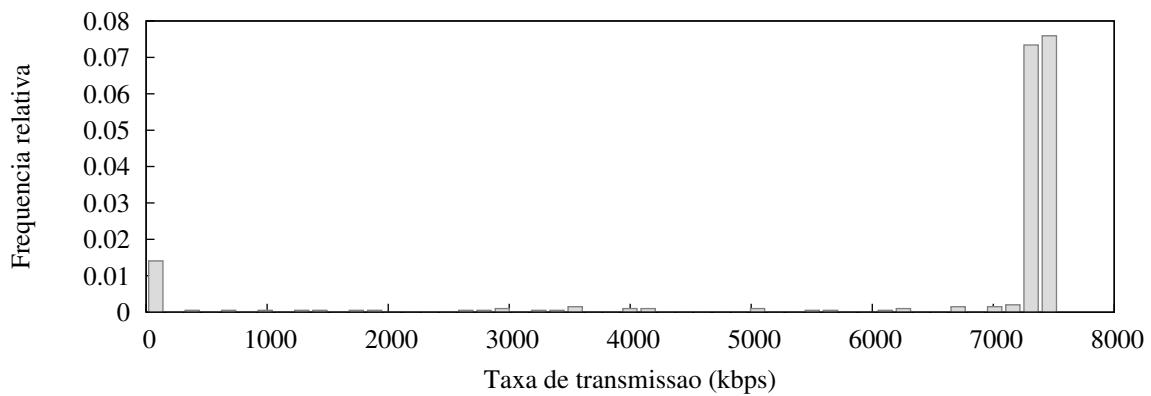


Figura 4.46: "Red Baron" - Histograma do tráfego realizado

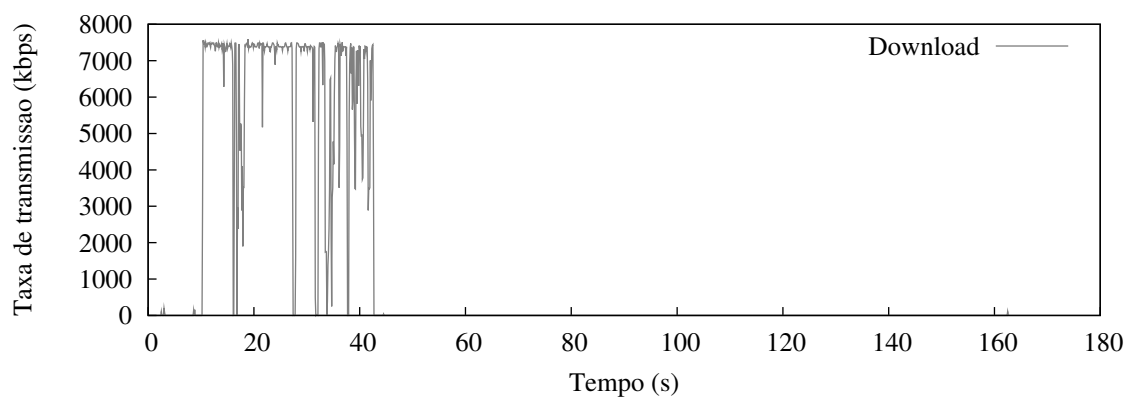


Figura 4.47: "Out of My League" - Tráfego capturado do Apple Trailers

tempo em que o download é realizado, era possível ver os vídeos sem paragens mesmo que a velocidade de transferência média fosse reduzida para metade.

É possível analisar que, para a qualidade standard, figuras 4.45 e 4.47, a velocidade média de transmissão relativamente aos vídeos em alta definição, 4.49 e 4.51, é de cerca de me-

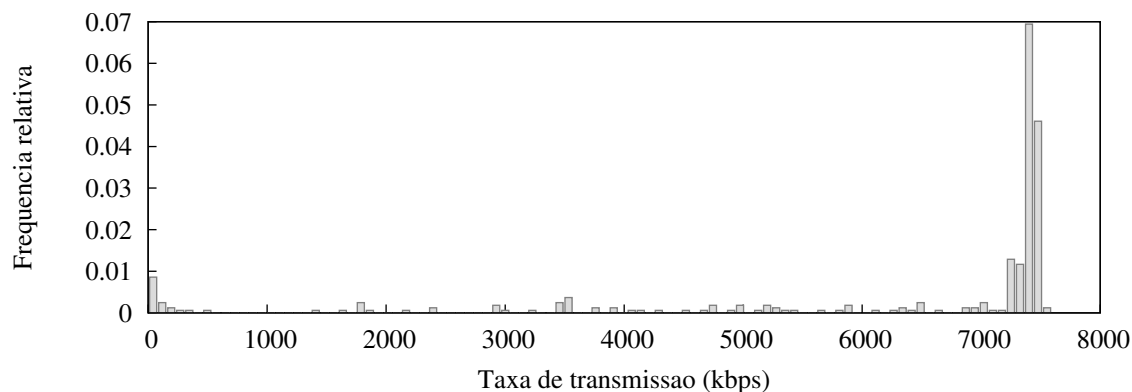


Figura 4.48: "Out of My League" - Histograma do tráfego realizado

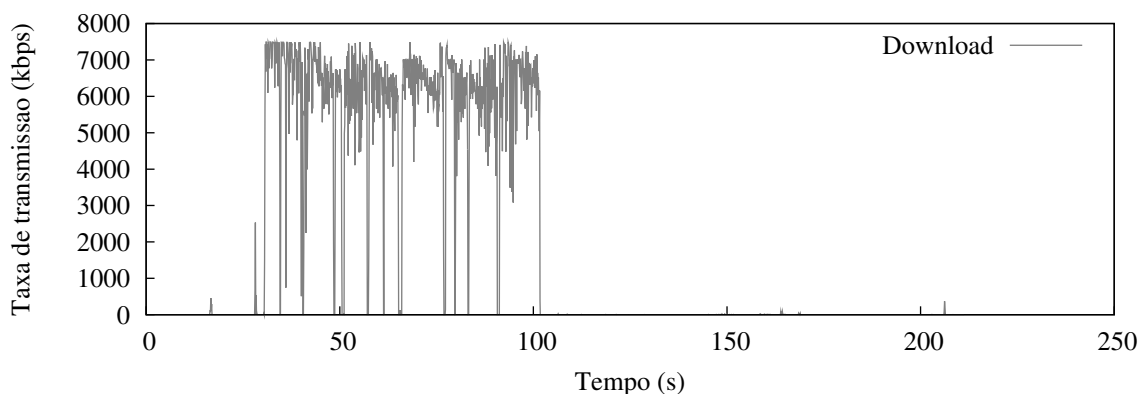


Figura 4.49: "Red Baron HD" - Tráfego capturado do Apple Trailers

tade, sendo que para os vídeos em HD as velocidades médias de transmissão foram de 2000 e 2400 kbps respectivamente. Apesar dos resultados obtidos para o vídeo "Out of My League" na sua versão HD ter tido um comportamento semelhante ao verificado para os vídeos na qualidade standard, com uma transferência de pacotes a uma velocidade quase continua como mostra o histograma representado na figura 4.52, o vídeo "Red Baron" em modo HD já não obteve valores tão lineares, como mostra o histograma da figura 4.50, mas que mesmo assim manteve sempre a velocidade de transferência numa gama muito próxima de valores.

Tal como acontece nos vídeos em modo standard, também nos vídeos em alta definição o download é feito a uma velocidade alta que poderia ser reduzida de forma a que este se estendesse por mais tempo de forma a reduzir o volume de transferência de dados.

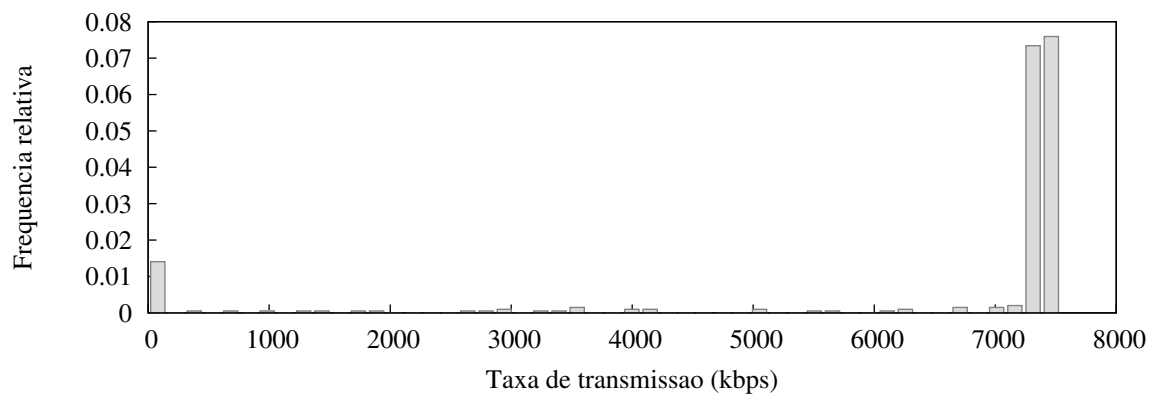


Figura 4.50: "Red Baron HD" - Histograma do tráfego realizado

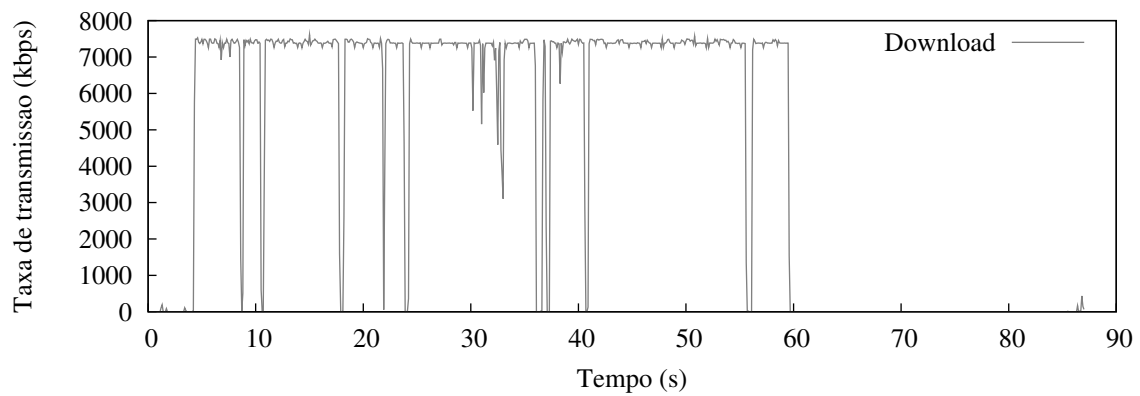


Figura 4.51: "Out of My League HD" - Tráfego capturado do Apple Trailers

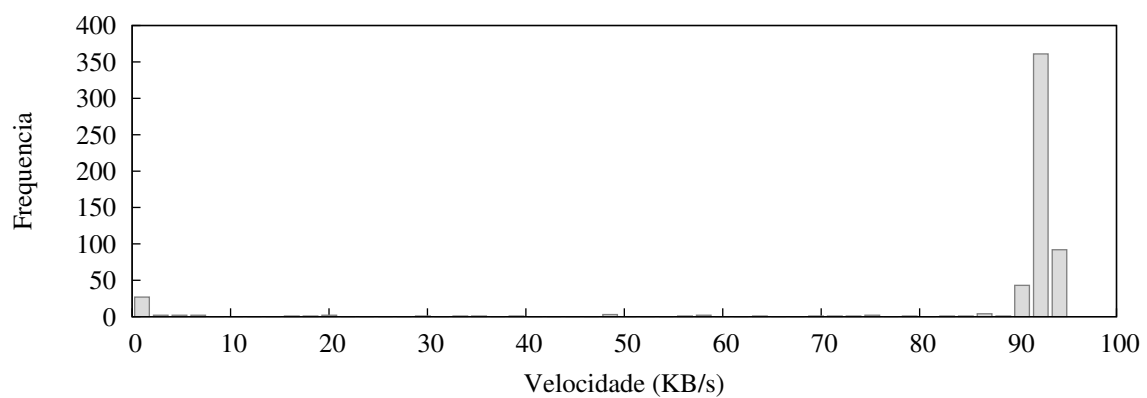


Figura 4.52: "Out of My League HD" - Histograma do tráfego realizado

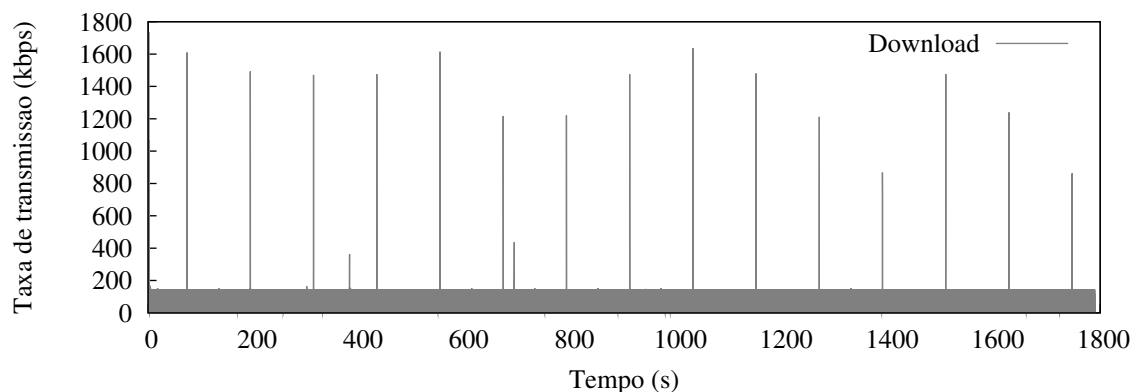


Figura 4.53: Rádio TSF - Tráfego capturado

4.1.2 Audio Streaming

Rádios

A forma de obter os dados das rádios online é, para a maioria das rádios, idêntico. A transmissão é feita na maioria dos casos usando uma codificação lossy, o que quer dizer que o tráfego enviado é diferente do recebido mas sem que isso afecte a performance da rádio, pelo que é o método mais utilizado para streaming, quer em vídeo ou em áudio.

Como o áudio gera um tráfego inferior ao vídeo e como este é enviado de forma constante ao longo do tempo a sobrecarga da ligação à rede é mínima pelo que não afecta de forma agressiva a ligação de Internet. A variação de tráfego analisada entre as diferentes rádios deve-se ao facto das codificações utilizadas serem diferentes, estas codificações poderão ser feitas em diferentes tipos como MP3, WMA, AAC, etc.

Para uma captura de 1800 segundos ao tráfego gerado pelo áudio streaming da rádio TSF em directo, a média da velocidade de transmissão foi de 40 kbps, e pouco mais de 8 MB de tráfego. A transferência foi feita de forma quase linear, como se vê na figura 4.53 e pelo histograma da figura 4.54.

Características semelhantes apresenta o tráfego da rádio RFM, como mostra a figura 4.55, para uma captura de 1800 segundos, com cerca de 10 MB, em que a média de ligação é de cerca de 48 kbps e a transferência de dados é feita de forma muito constante como é visível no histograma da figura 4.56.

A rádio Nova Era, mostra igualmente uma forma de streaming puro com uma fluidez de tráfego quase linear como as duas rádios analisadas acima como mostra a figura 4.58 representativa do histograma relativo à transferência de dados, apresenta porém valores algo diferentes dos verificados acima para as rádios TSF e RFM no que diz respeito ao tamanho e velocidade dos dados obtidos, uma vez que uma captura com o mesmo tempo de exposição,

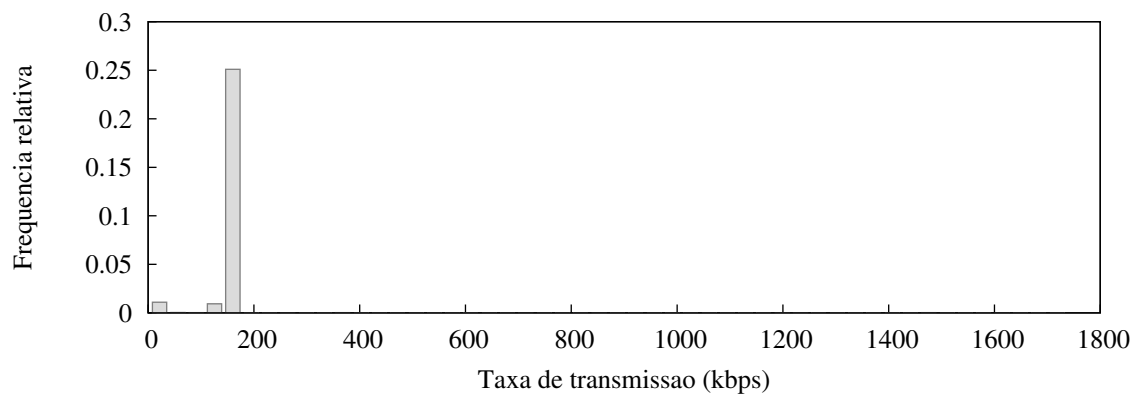


Figura 4.54: Rádio TSF - Histograma do tráfego realizado

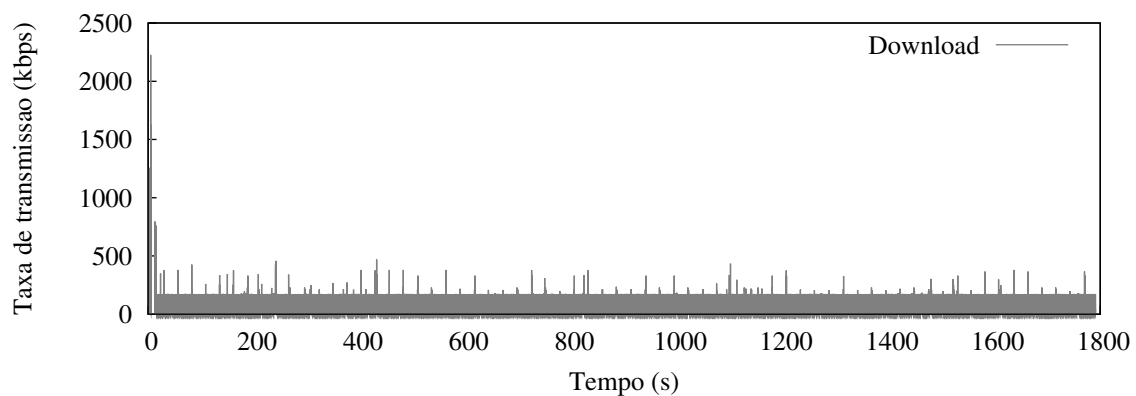


Figura 4.55: Rádio RFM - Tráfego capturado

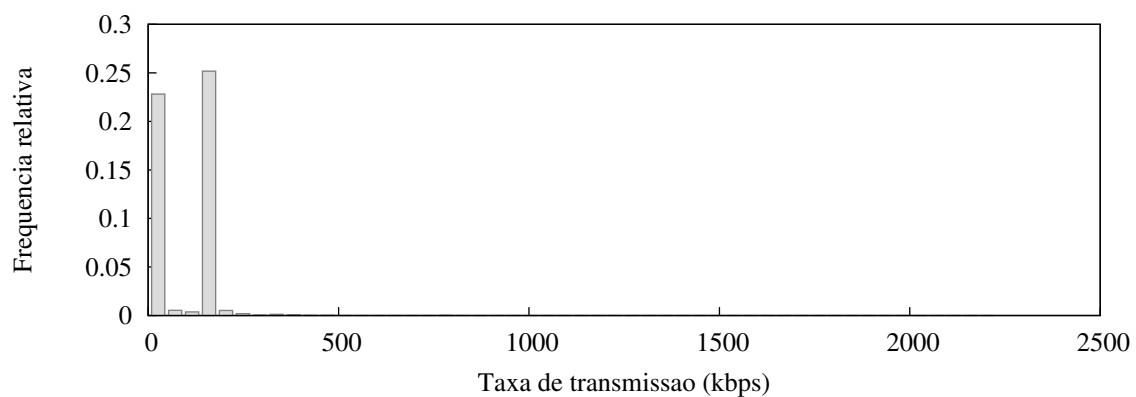


Figura 4.56: Rádio RFM - Histograma do tráfego realizado

1800 segundos, apresentou um tamanho de mais de 15 MB e uma velocidade média de cerca de 72 kbps, ambos os valores algo acima dos encontrados para as outras rádios como ilustra a figura 4.57. O que mostra que a rádio Nova Era é a que apresenta a pior codificação de som, uma vez que para uma qualidade semelhante apresenta piores valores.

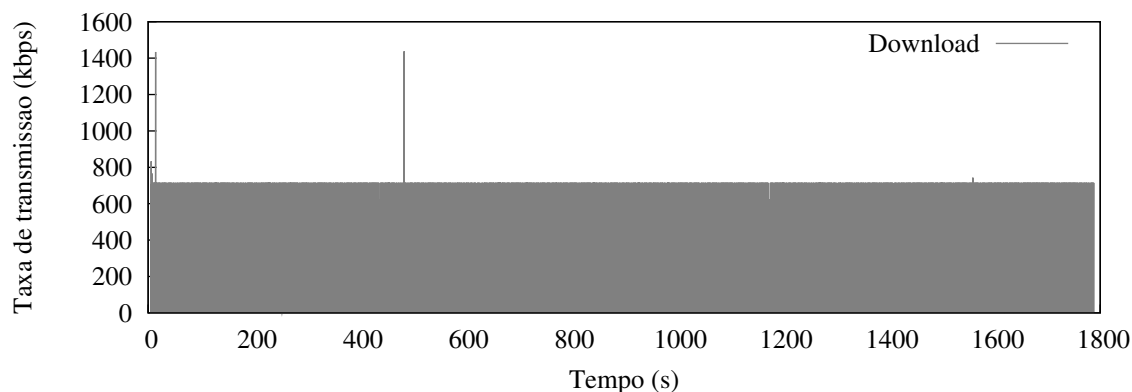


Figura 4.57: Rádio Nova Era - Tráfego capturado

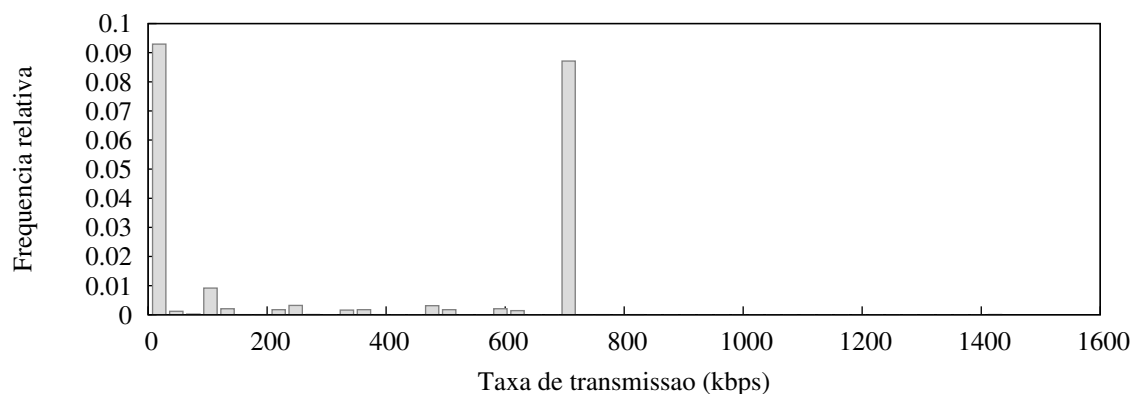


Figura 4.58: Rádio Nova Era - Histograma do tráfego realizado

Last.fm

O tráfego gerado pelo site é obtido ao longo do tempo quase sem interferências, parando apenas durante poucos segundos no final das músicas, e tendo uma maior taxa de transferência de pacotes no início de cada música a fim de criar o buffer correspondente à música e também para obter as imagens que serão reproduzidas no player durante a duração da música, imagens que são na maioria dos artistas ou bandas que tocam a respectiva música.

Apesar de ser considerada uma rádio online, o seu funcionamento é algo diferente das rádios online tradicionais, uma vez que as músicas estão guardadas em disco e são enviadas on demand, podendo dar o efeito que o media streaming é live pois as músicas são transmitidas quase à velocidade a que estão a ser reproduzidas, mas analisando os histogramas correspondentes ao tráfego destas duas capturas, representados nas figuras 4.60 e 4.62, pode-se concluir que, apesar de haver uma grande semelhança com os histogramas das rádios online, imagens 4.54, 4.56 e 4.58, existem muitas transmissões a velocidades mais elevadas que a média de transmissão espalhadas pelos histogramas. Já nas rádios online o audio é transmitido à me-

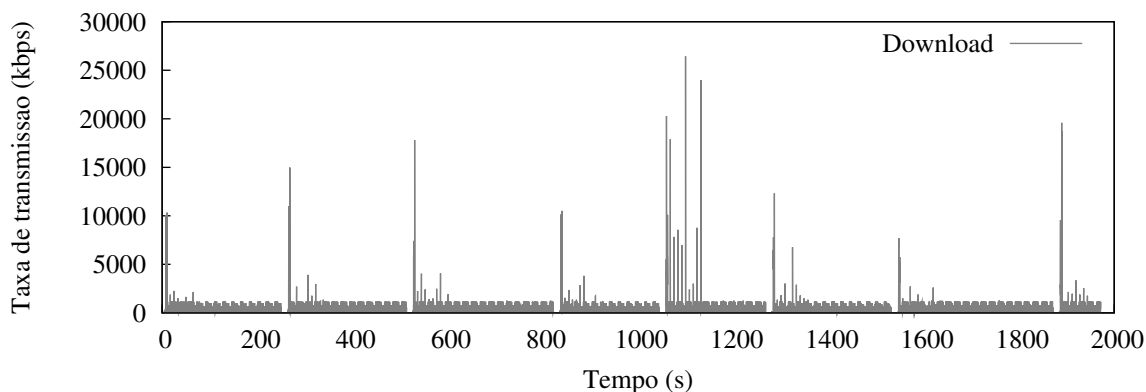


Figura 4.59: Rádio Rock - Last.fm - Tráfego capturado

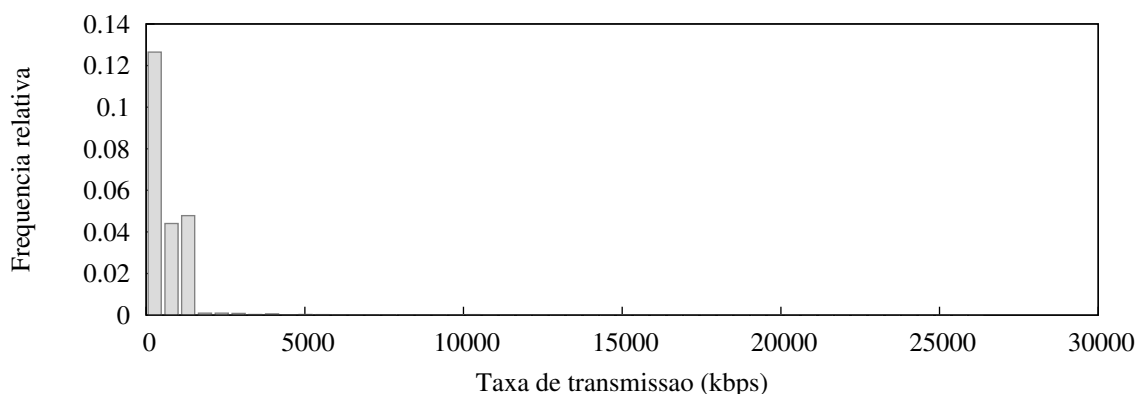


Figura 4.60: Rádio Rock - Last.fm - Histograma do tráfego realizado

dida que é difundido pela rádio física, o que faz com que a troca de pacotes seja totalmente continua, sem um único intervalo como é visível em 4.53, 4.55 e 4.57.

Das duas rádios temáticas analisadas, rádio Rock e rádio Pop, é possível analisar, comparativamente com as rádios online, que a velocidade média de transferência é superior logo o tráfego efectuado foi também superior para um período de tempo semelhante ao analisado nos rádios online. Assim, para a rádio temática de rock, representada na figura 4.59, o total de tráfego foi de mais de 44 MB com uma velocidade média de 176 kbps. Já a rádio Pop do Last.fm, representada na figura 4.61, apresenta um tráfego total de aproximadamente 47 MB transferidos a uma média de 192 kbps, muito semelhante ao obtido para a rádio Rock.

É possível observar, no início de cada música, antes da transferência de pacotes parar por alguns instantes, que ao iniciar uma nova música, o tráfego tem ligeiros picos, visíveis em 4.59 e 4.61, que correspondem à transferência de imagens correspondentes à banda/cantor cuja música está a ser reproduzida, passando estas em slide dando um melhor aspecto visual ao site, algo que não acontece nas rádios online, onde apenas temos o player com pouco ou

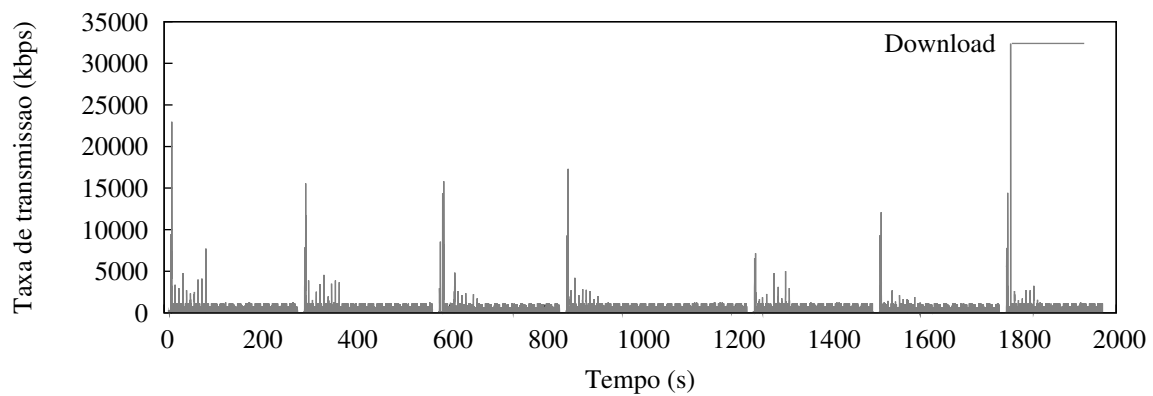


Figura 4.61: Rádio Pop - Last.fm - Tráfego capturado

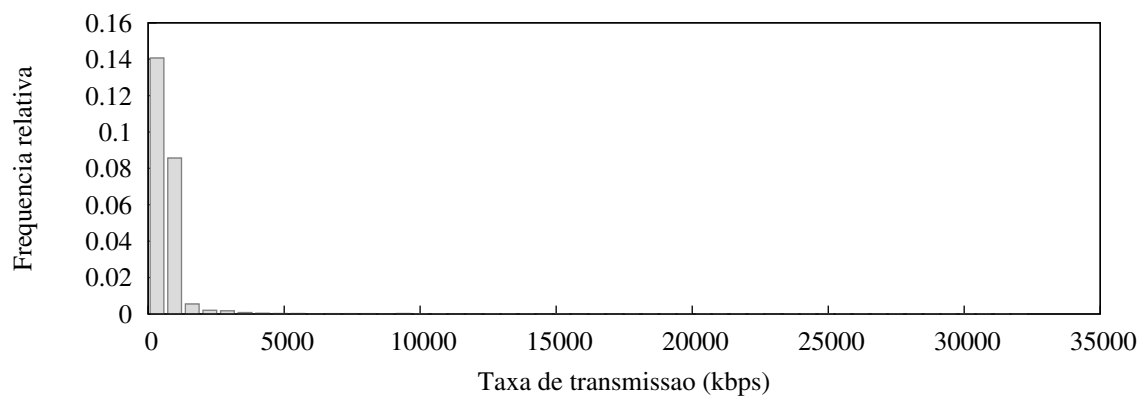


Figura 4.62: Rádio Pop - Last.fm - Histograma do tráfego realizado

nenhum feedback do que está a acontecer, tendo apenas anúncios publicitários, existem porém algumas rádios online que já colocam nome da música, artista e até capa do CD.

4.2 P2P TV

Os programas aqui analisados serão o TVU Player, Sopcast e TVants pelo que será dado mais ênfase ao programa TVU Player uma vez que a análise terá mais canais estudados e será mais profunda.

4.2.1 TVU Player

Na análise do programa TVU Player os canais estudados foram o Euronews na sua versão francesa, o canal noticioso inglês Sky News, o canal generalista português RTP 1 e o canal norte-americano inteiramente dedicado a futebol Fox Soccer channel.

O protocolo mais usado pelo programa TVU Player é o UDP, prova disso são os 99.5% de pacotes UDP contra apenas 0.5% de pacotes TCP, o que mostra uma clara aposta dos programadores em fazer uma aplicação de P2P TV onde a transmissão é feita de forma mais rápida, poupando tráfego uma vez que o UDP prescinde de pacotes de sinalização de correcta recepção de dados, onde os pacotes que não são entregues não serão retransmitidos o que faz todo o sentido uma vez que se trata de live streaming e que iria atrasar a transmissão, algo que em muitos casos não seria aconselhável.

Euronews

O canal analisado Euronews é transmitido em francês, pelo que era natural o surgimento de um maior número de peers de países de língua oficial francesa, onde então surgiram países como França, Marrocos, Canadá, Luxemburgo, Suíça, etc, mas onde também uma parte bastante significativa dos peers não residem em países de língua francesa, o que pode mostrar que são peers cuja língua materna é a francesa mas que não se encontram nos seus países de origem, uma vez que estão a visualizar o canal através da Internet, uma vez que o francês, apesar de ser uma língua bastante utilizada, não é universal como o inglês, e também o facto do canal Euronews ser transmitido nas mais variadas línguas europeias. O número total de países dos quais houve troca de pacotes foi de 40, pelo que apenas 12 serão analisados mais profundamente.

O gráfico da figura 4.63 mostra a distribuição dos peers ao longo do tempo, mostra também que o programa está bem conseguido uma vez que quase todos os peers contactados comunicam, assim como a máquina de testes comunica com os peers que contactam, o gráfico mostra ainda que há neste canal, uma hora de maior interacção, as 20 horas, o que pode ser explicado pelo facto de esta ser a hora a que mais gente se liga para se inteirar das notícias, a hora que mostra menos movimento é neste caso as 15 horas, que apresenta menos de metade dos peers

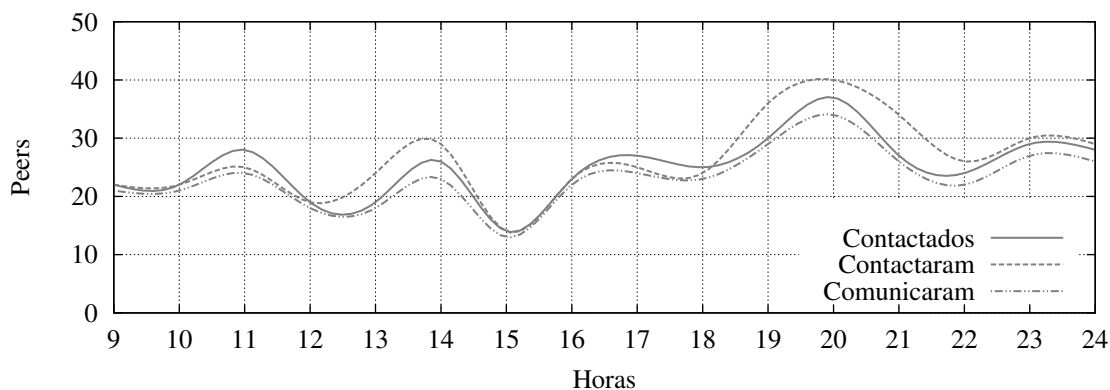


Figura 4.63: "Euronews" - Peers ao longo do tempo

activos das 20 horas.

Quanto ao número total de peers, confirma-se o que foi referido acima, como é mostrado na tabela 4.1, ao longo das 16 horas de testes foram contactados 117 peers, apenas mais um contactou, num total de 118 e houve comunicação com 115, o que mostra que apenas dois peers foram contactados sem que se obtivesse resposta e foram 3 os peers que contactaram aos quais a nossa máquina não terá respondido, o que demonstra um grande sincronismo.

	Contactados	Contactaram	Comunicaram
Peers	117	118	115

Tabela 4.1: "Euronews" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram

No que ao tráfego diz respeito, o canal Euronews, visualizado através do programa TVU Player fez cerca de 3 GB de tráfego nas 16 horas de teste, desses 3 GB, cerca de 2.3 foram de download e 0.66 de upload, o que mostra um tráfego aceitável, para a quantidade de tempo que a máquina esteve activa, numa média de cerca de 146 MB de download e 41 MB de upload como mostra a tabela 4.2.

	Upload	Download
Média	41.3 MB	146.3 MB
Total	0.66 GB	2.341 GB

Tabela 4.2: "Euronews" - Tráfego total

A distribuição do tráfego ao longo do tempo, representada pelo gráfico da figura 4.64, mostra uma taxa de download próxima do linear, o que prova a correcta transmissão ao longo das 16 horas de duração da captura, o que confere a este canal e ao programa em si uma grande fiabilidade.

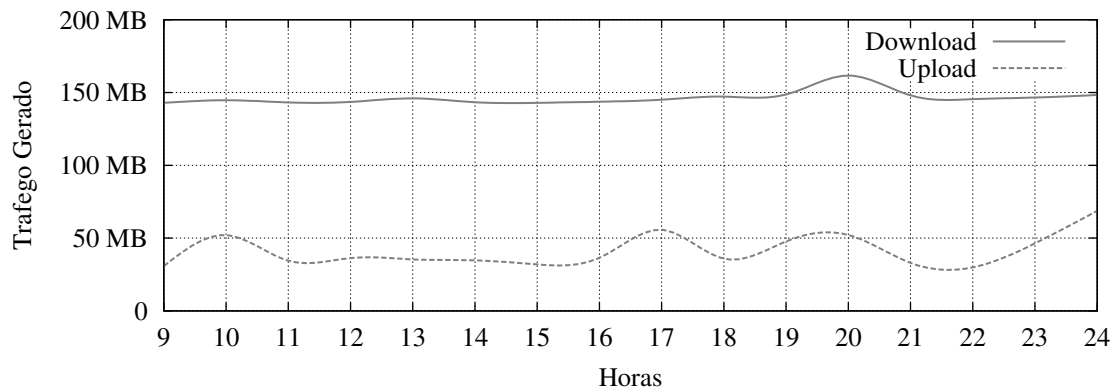


Figura 4.64: "Euronews" - Tráfego efectuado ao longo do tempo

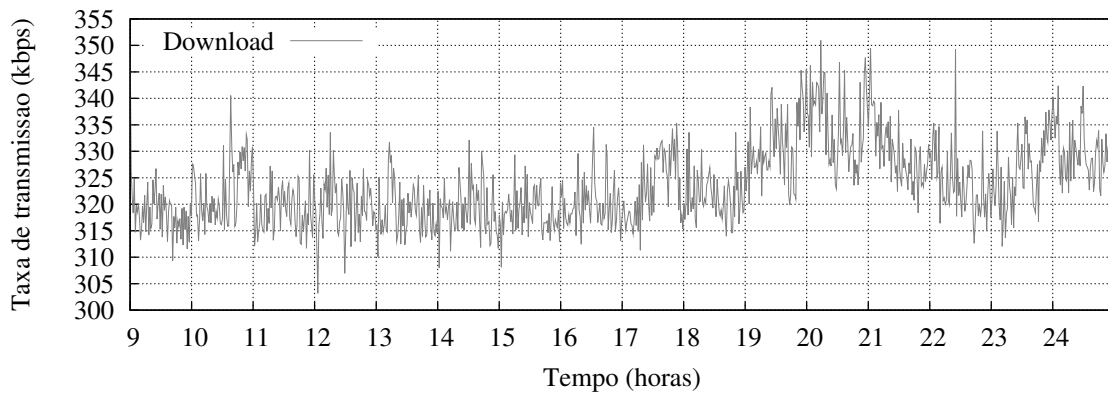


Figura 4.65: "Euronews" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo

No gráfico da figura 4.65, que representa o volume de tráfego recebido por minuto, é possível verificar novamente a linearidade constatada em cima, desta feita com um intervalo menor, os dados são recebidos com uma média aproximada de 2.4 MB por minuto até às 19 horas, período em que sofre uma ligeira subida até aos 340 kbps até as 21 horas, dando-se de seguida uma descida para os 320 kbps novamente. A variação apresentada ao longo das 16 horas é muito reduzida uma vez que a gama de valores obtidos se situa entre os 310 e os 350 kbps aproximadamente.

Dada a elevada consistência e linearidade do tráfego recebido aquando do teste feito para o canal Euronews já era previsível que o histograma correspondente a esse mesmo tráfego, representado na figura 4.66, fosse bastante compacto, com um maior número de ocorrências perto dos 320 kbps e apresentando um maior enviesamento para a direita. Relativamente à curva de aproximação, a distribuição que mais se adequa ao histograma é, segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, a teoria do valor extremo que, como é visível em 4.66, está perfeitamente ajustada ao histograma relativo ao download para o canal Euronews.

O mesmo intervalo foi usado no gráfico de figura 4.67 que representa o tráfego enviado

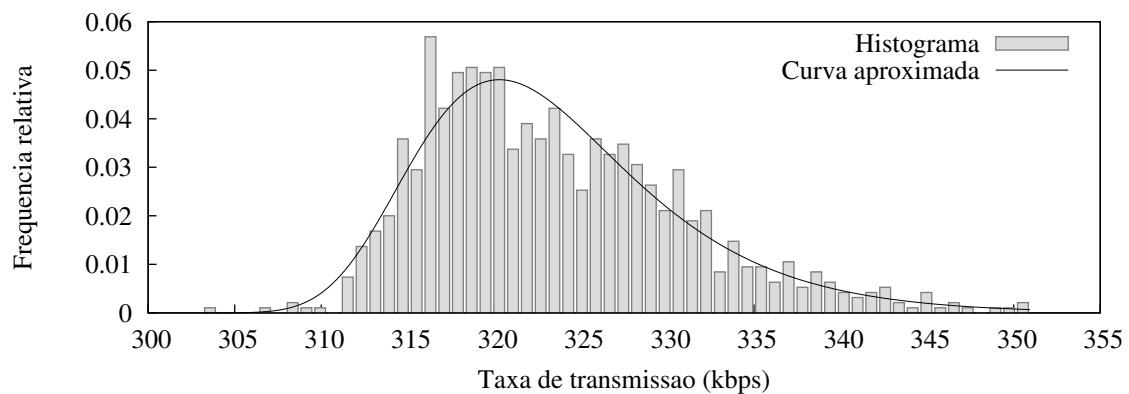


Figura 4.66: "Euronews" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido

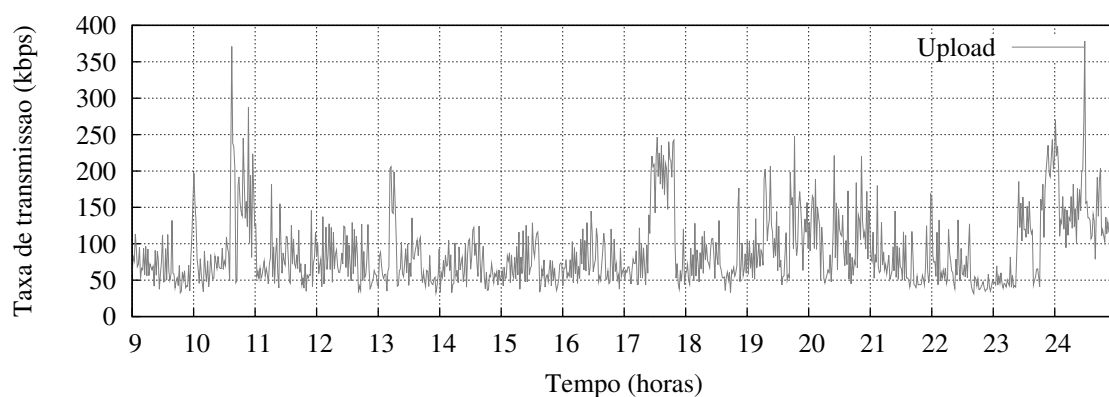


Figura 4.67: "Euronews" - Tráfego enviado ao longo do tempo

por minuto durante as 16 horas de teste para o canal Euronews. É possível verificar que, para além de não existir a consistência que havia no tráfego recebido, o gráfico mostra bastantes picos recorrentes de envios esporádicos de pacotes muito acima ou muito abaixo da média, sem mostrar um ritmo ou período constantes. O tráfego é enviado quase sempre acima dos 50 kbps e com tecto que na maior parte do tempo é de 135 kbps. Atinge valores superiores entre as 10:30 e as 11 horas aproximadamente, perto das 17:30, no intervalo entre as 19:30 e as 22 horas e a partir das 23:30, isto pode corresponder a um aumento da procura do canal nestes momentos, por exemplo para assistir aos espaços noticiosos ou conteúdos programáticos específicos.

O gráfico da figura 4.68 mostra o histograma referente ao tráfego enviado pelo computador de testes aquando do teste para o canal Euronews e a respectiva curva de aproximação. Como é possível ver pelo gráfico o histograma tem a sua base perto de 40 kbps e onde o maior número de ocorrências acontece próximo dos 60 kbps, o histograma vai depois alargando-se para além dos 265 kbps com ocorrências cada vez mais esporádicas. No que diz respeito à curva de aproximação para este histograma, a distribuição que mais se adequa, segundo o

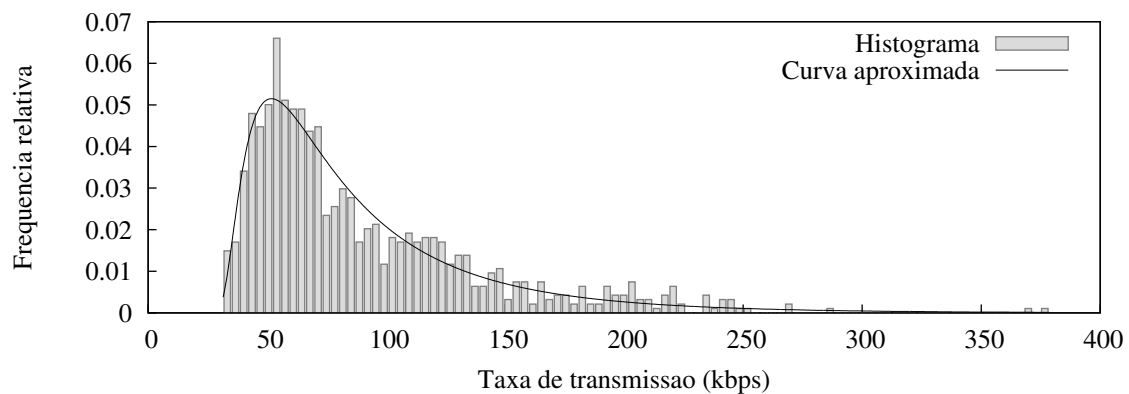


Figura 4.68: "Euronews" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado

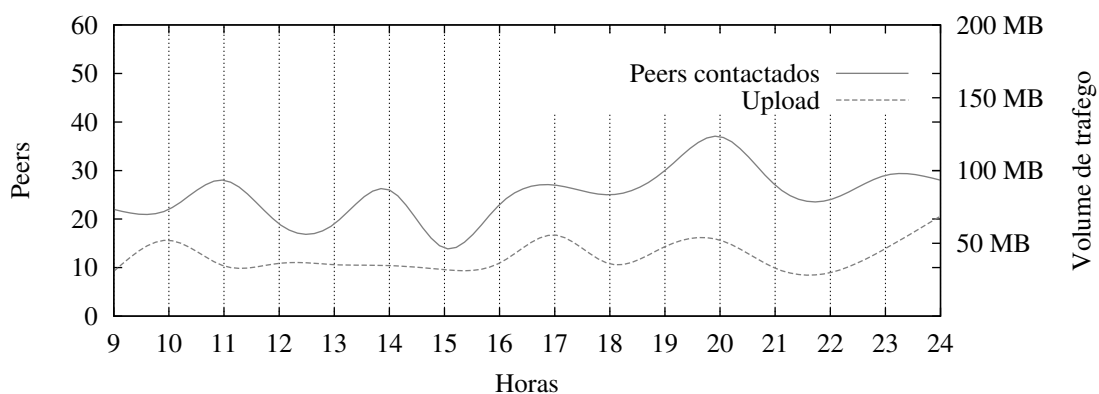


Figura 4.69: "Euronews" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado

teste Kolmogorov-Smirnov, é a gaussiana invertida.

Comparando o gráfico dos peers contactados e do tráfego enviado representado na figura 4.69 é possível ver que os picos do número de peers é acompanhado na maior parte dos casos pelo volume de tráfego enviado, o que mostra também a relação entre os dados.

Já no caso do gráfico da figura 4.70, dos peers que contactaram e do tráfego recebido ao longo do tempo é possível verificar que não existe uma ligação notória entre eles, uma vez que o tráfego recebido está relacionado com os peers que o enviam, um número que deverá ser reduzido ao longo do tempo uma vez que esse tráfego é constante, assim como o número de peers que enviam dados tende a ser quase constante ao longo do tempo. Assim sendo é possível concluir que o número de peers que contactaram está directamente relacionado com upload efectuado e não tanto com o download o que explica a falta de relação entre os gráficos da figura 4.70 onde apenas o pico das 20 horas é comum.

Como já foi explicado no capítulo 3, em processamento de dados, os pacotes recebidos dividem-se entre pacotes de dados e pacotes de controlo, pelo que os gráficos das figuras 4.71 e 4.72 representam os pacotes enviados e recebidos da máquina de testes separados por

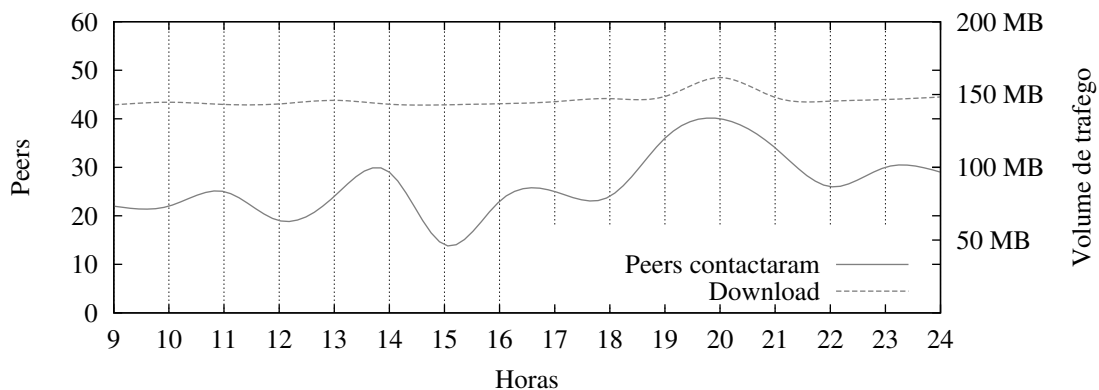


Figura 4.70: "Euronews" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido

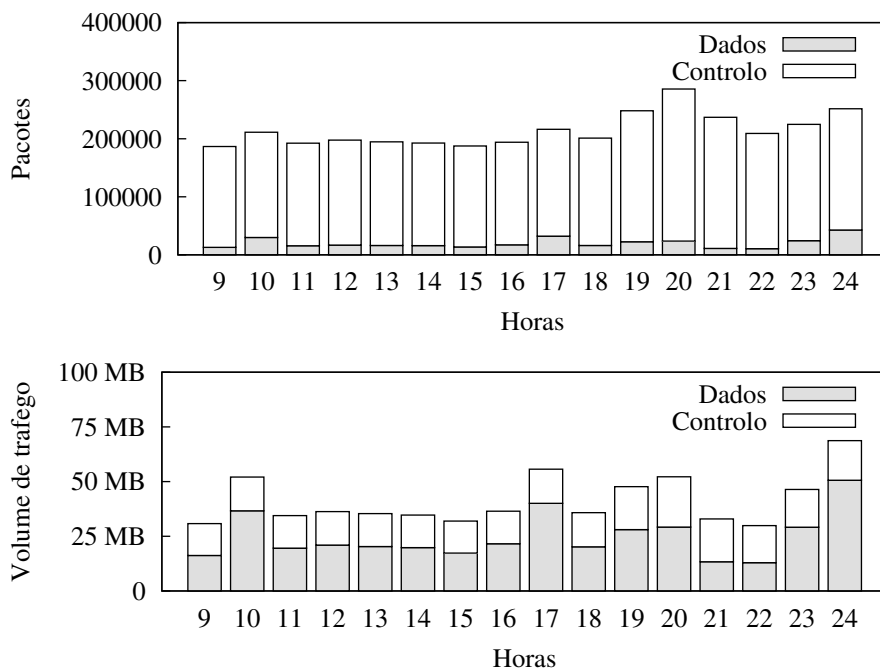


Figura 4.71: "Euronews" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo

pacotes de dados e de controlo. Em relação ao tráfego enviado, representado na figura 4.71, é visível o reduzido número de pacotes de dados, comparativamente com os pacotes de controlo enviados, o que mostra que esses pacotes de controlo são, na maioria dos casos, pacotes de controlo para o tráfego recebido e não tanto para o tráfego enviado. Em relação ao volume de tráfego pode observar-se que, apesar de ser diminuto, em relação ao volume de dados recebido, o tráfego correspondente a pacotes de controlo chega a ser em determinadas horas, superior ao tráfego originado por pacotes de dados, o que se deve à elevada carga de download face ao upload. No caso do tráfego recebido, é possível verificar pelos gráficos da figura 4.72 que o número de pacotes de dados recebidos é quase constante, estando ao longo do tempo

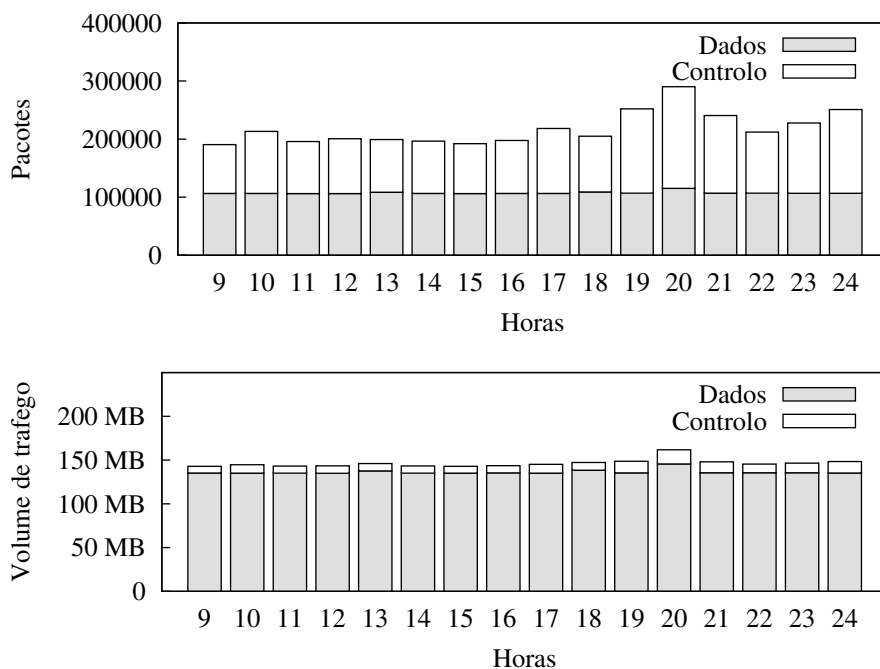


Figura 4.72: "Euronews" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo

de captura sempre um pouco acima dos 100 mil pacotes por hora, já os pacotes de controlo recebidos variam ao longo do tempo, consoante também o volume de tráfego que é enviado aos outros peers, notando-se essa variação nos picos das 17, 20 horas e depois também pelas 24 horas. Em relação ao volume de tráfego recebido, a percentagem de tráfego de pacotes de dados ao longo do tempo é bastante elevada relativamente à percentagem referente ao tráfego originado pela recepção de pacotes de controlo.

No que diz respeito aos países, representados no gráfico da figura 4.73, foram seleccionados os seguintes países para a apresentação dos seus resultados: Alemanha, Espanha, França, Holanda, Portugal, Reino Unido, Russia, Estados Unidos, Arábia Saudita, China, Marrocos e Austrália. Os doze países foram escolhidos tendo em conta o tráfego que trocaram com a máquina de testes e o número de peers que comunicaram, sendo Portugal sempre escolhido, independentemente dos seus dados, para assim também se poder apreciar os dados do nosso país.

Esta captura de 16 horas ao canal Euronews esteve completamente dependente do tráfego enviado pelos peers dos Estados Unidos, que geraram cerca de 2.2 GB do tráfego total recebido, o que mostra que apenas aproximadamente 120 MB do tráfego recebido era originário de outros países. Em relação ao upload efectuado pode verificar-se que, apesar de uma evidente supremacia dos Estados Unidos, outros países como o Reino Unido, Alemanha e Marrocos também apresentam uma boa cota do total de tráfego enviado.

Curiosamente em relação aos peers que contactaram e peers contactados, como mostra

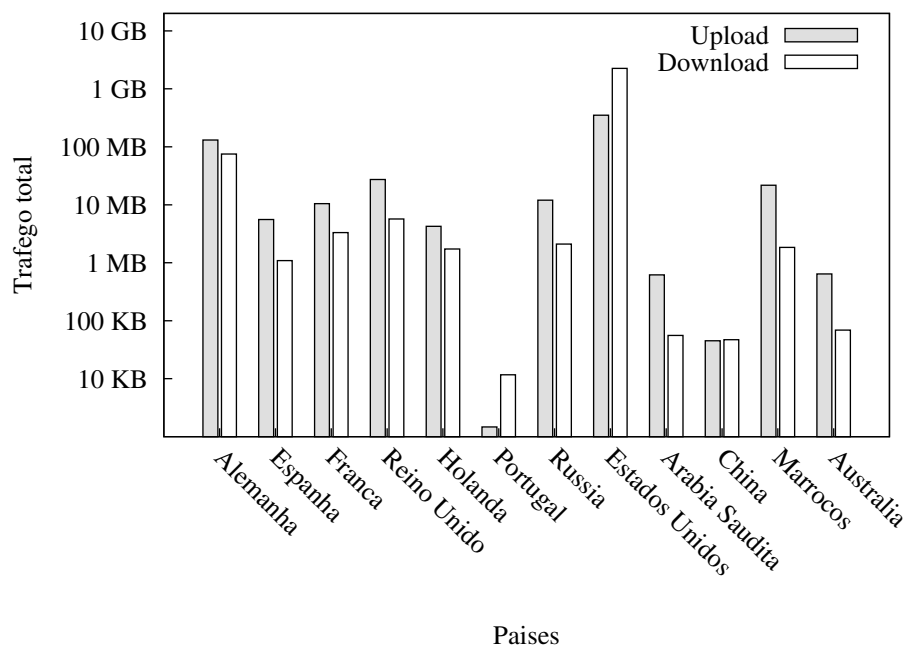


Figura 4.73: "Euronews" - Tráfego por país

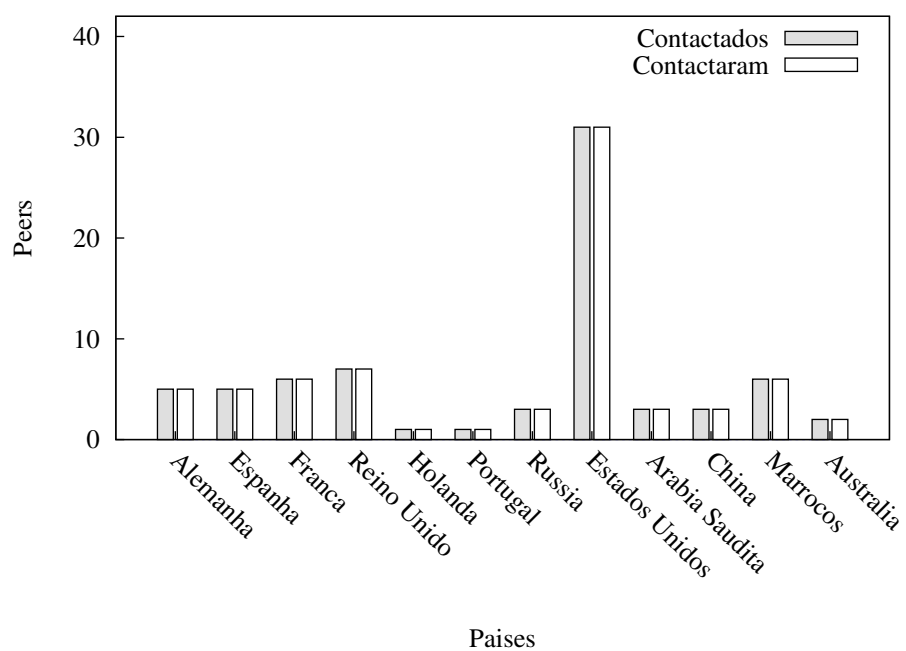


Figura 4.74: "Euronews" - Peers por país

o gráfico da figura 4.74, os valores são iguais para os dois grupos de peers nos doze países analisados, é visível que os peers americanos estão em maior número, com 31 peers activos ao longo das 16 horas de testes para este canal, seguido de Marrocos e França, ambos com 6

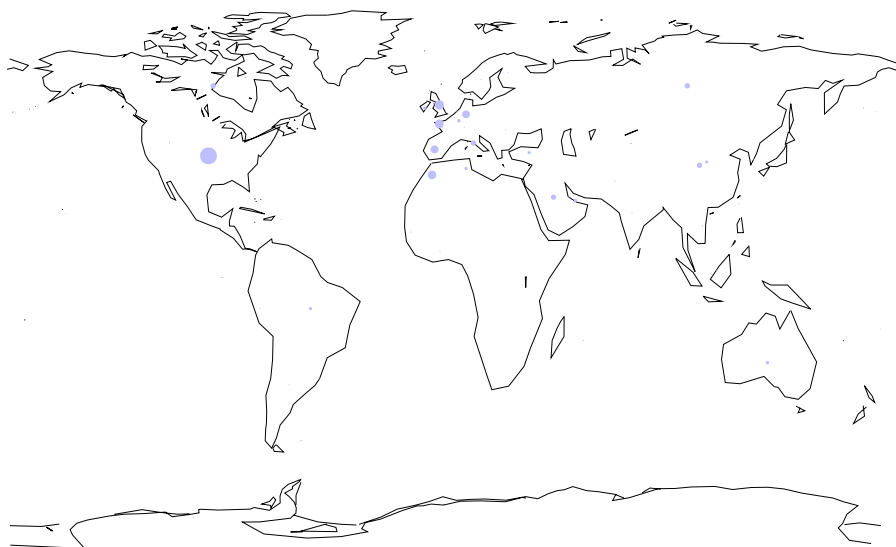


Figura 4.75: "Euronews" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo

peers, ficando logo atrás a Alemanha com 5 peers que comunicaram.

Como é possível ver na figura 4.75, que tem representado os peers que comunicaram por país no mapa mundo, apesar dos Estados Unidos serem de longe o país com mais peers que comunicaram, a Europa também está bem representada, de notar também os peers no norte de África e também os do Médio Oriente.

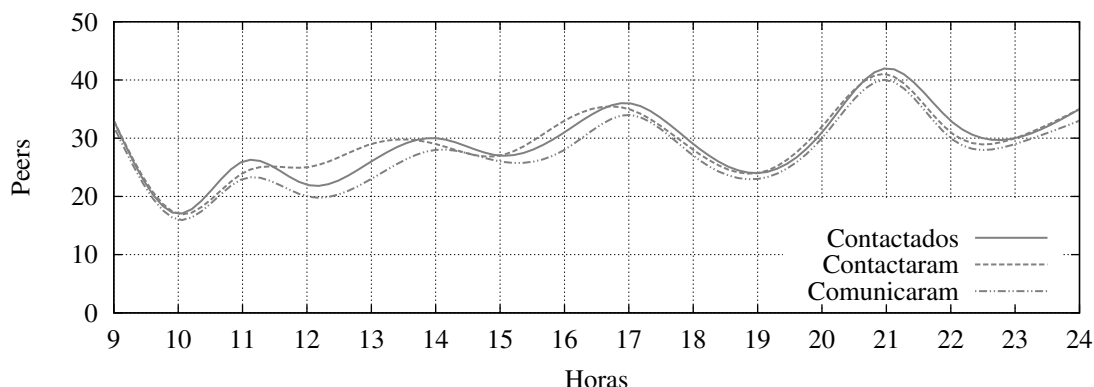


Figura 4.76: "RTP 1" - Peers ao longo do tempo

RTP 1

A captura de 16 horas do canal RTP 1 apresenta apenas peers de 34 países, não é surpreendente uma vez que se trata de um canal generalista português, sem tantos eventuais interessados como os canais de notícias internacionais ou até os canais desportivos, apesar disso apresentou um grande número de peers com os quais houve comunicação sendo que muitos desses peers foram de países que falam a língua portuguesa ou onde o povo português tem uma grande representação. Dos 36 países apenas 12 foram analisados mais extensamente, são eles: Alemanha, Espanha, Holanda, Islândia, Itália, Portugal, Suíça, Reino Unido, Argentina, Brasil, Estados Unidos e Paquistão.

Os peers que contactaram e os peers contactados estão aqui, tal como aconteceu no canal Euronews, foram ao longo do tempo correspondidos, sendo que o número de peers que comunicaram com a máquina de testes ao longo do tempo está muito próximo do número de peers contactados e que comunicaram como mostra o gráfico da figura 4.76. Dá-se aqui, como em outros canais, um grande número de comunicações iniciais pelas 9 horas, início do teste, comunicações essas derivadas dos servidores do programa em testes tal como comunicações iniciadas pela máquina de testes para começar a correcta recepção do canal.

Como é possível ver na tabela 4.3, o número de peers que intervêm nesta captura é bastante superior aos da captura do canal Euronews, sendo que foram contactados 183 peers, a máquina contactou 186 peers dos quais 178 comunicaram, o que mostra a eficiência do programa uma vez que apenas 5 dos peers que contactaram não obtiveram resposta e 8 dos contactados não responderam.

	Contactados	Contactaram	Comunicaram
Peers	183	186	178

Tabela 4.3: "RTP 1" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram

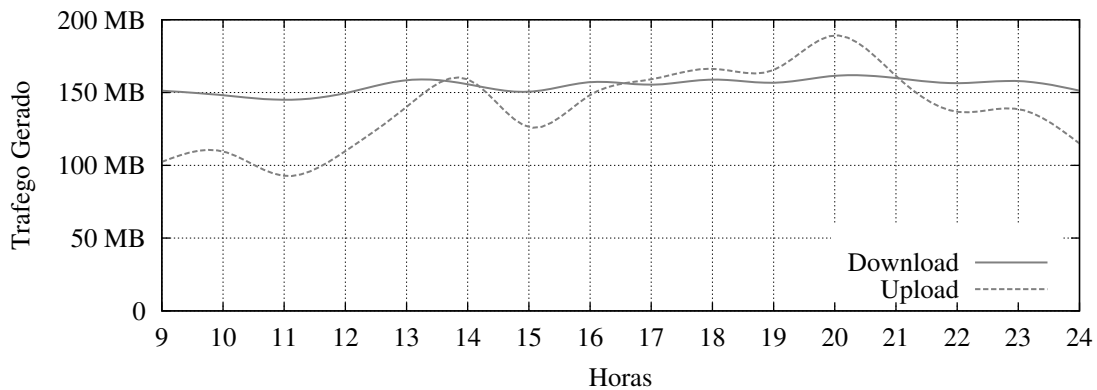


Figura 4.77: "RTP 1" - Tráfego efectuado ao longo do tempo

O volume de tráfego recebido e enviado foi, no caso do canal RTP 1, semelhante, uma vez que o total de tráfego recebido foi de aproximadamente 2.47 GB, com uma média de 154.6 MB por hora, sendo que o tráfego recebido esteve próximo dos 2.2 GB no decorrer da captura, o que dá uma média de cerca de 139 MB por hora, como mostra a tabela 4.4.

	Upload	Download
Média	138.7 MB	154.6 MB
Total	2.22 GB	2.47 GB

Tabela 4.4: "RTP 1" - Tráfego total

Como é apresentado no gráfico da figura 4.77, o tráfego recebido é, como seria de esperar, muito constante, estando quase sempre acima dos 150 MB/hora, o tráfego enviado pelo contrário, apresenta uma grande variação, que vai de um pouco acima dos 90 atingindo quase os 200 MB/hora

O gráfico da figura 4.78, referente ao tráfego recebido por minuto para o canal RTP 1, mostra uma maior precisão que o gráfico anterior mas apresenta novamente, para o caso do download efectuado, uma grande linearidade onde os dados são recebidos a uma velocidade que vai entre 305 e 375 kbps aproximadamente, uma variação de apenas 65 kbps com uma média próxima de 345 kbps.

O gráfico apresentado na figura 4.79 com o histograma referente aos dados recebidos e a respectiva curva de aproximação, mostra a linearidade referida acima uma vez que o histograma apresenta uma forma curta em sino, quase simétrica diferenciando-se apenas por um maior enviesamento para a esquerda, isto acontece devido a algumas ocorrências a velocidades inferiores ao normal. Segundo o teste Kolmogorov-Smirnov a distribuição que mais se aproxima dos valores obtidos para o histograma é a distribuição logística.

Já para o caso do tráfego enviado por minuto a linearidade apresentada em cima não se observa aqui, uma vez que, para além das grandes variações analisadas acima ao longo do

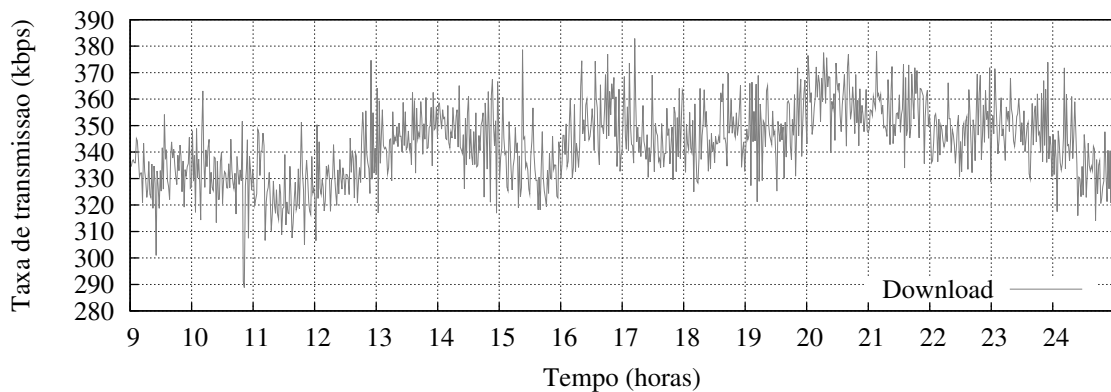


Figura 4.78: "RTP 1" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo

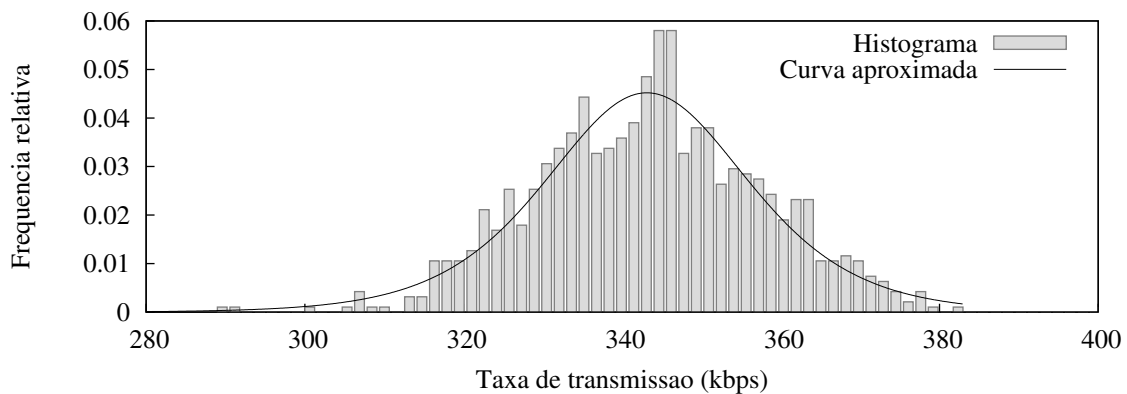


Figura 4.79: "RTP" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido

tempo, podemos verificar que para o caso do tráfego visto ao minuto, existem uma série de picos que complicam a correcta leitura dos valores obtidos no gráfico da figura 4.80. O tráfego enviado varia na maior parte do tempo entre 135 e 535 kbps sem que seja possível definir um padrão, apenas de referir os aumentos do volume de tráfego enviado pelas 13 e pelas 20 horas, o que poderá ser uma referência ao facto das pessoas ligarem-se ao canal RTP 1 com maior incidência nestas horas a fim de visualizarem os espaços noticiosos.

O histograma da figura 4.81 mostra exactamente a grande gama obtida em 4.80, uma vez que o histograma tem ocorrências a menos de 65 kbps e para além dos 600 kbps. Isto deve-se ao envio de dados feito a velocidades bastante assimétricas ao longo do tempo o que permite esta variação de mais de 535 kbps ao longo do tempo. Em relação à distribuição que mais se aproxima dos dados obtidos, segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, é a distribuição da teoria do valor extremo.

A figura 4.82 tenta relacionar o tráfego enviado com o número de peers contactados ao longo do tempo através dos seus gráficos, é possível verificar que entre as 12 e as 17 horas os gráficos seguem a mesma disposição, o que não acontece para as restantes horas.

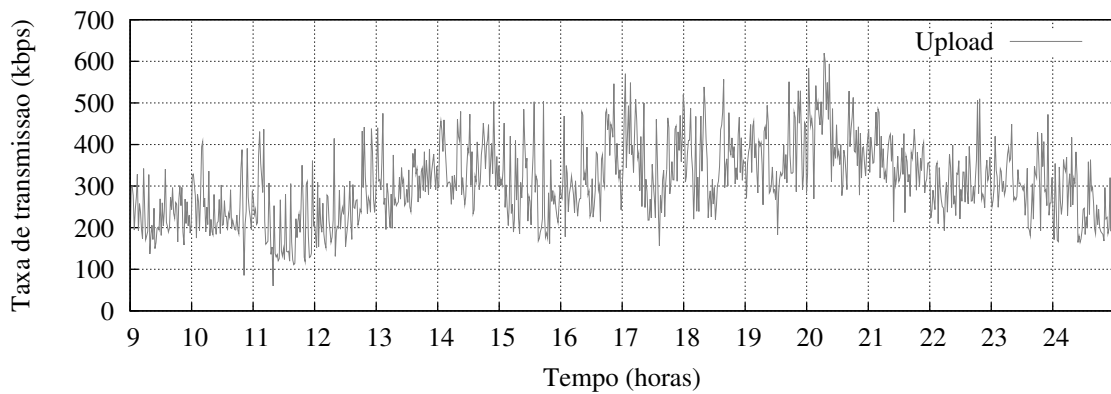


Figura 4.80: "RTP 1" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo

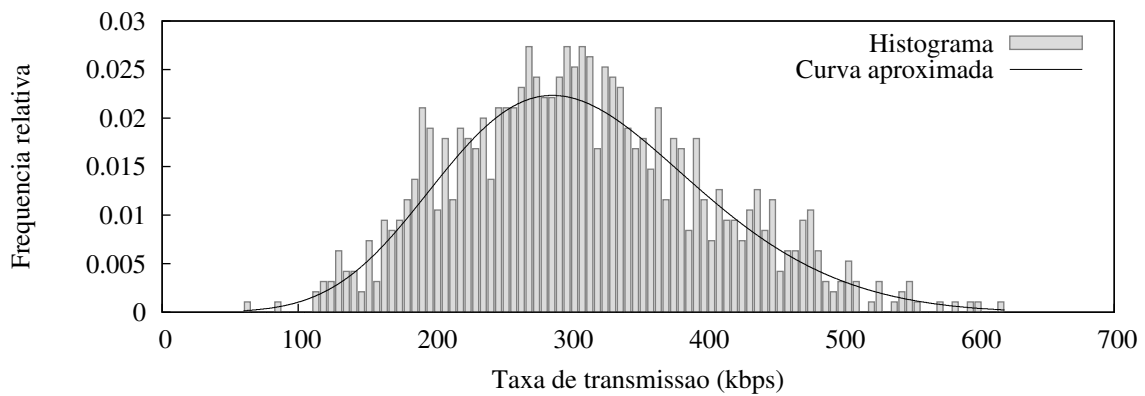


Figura 4.81: "RTP" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado

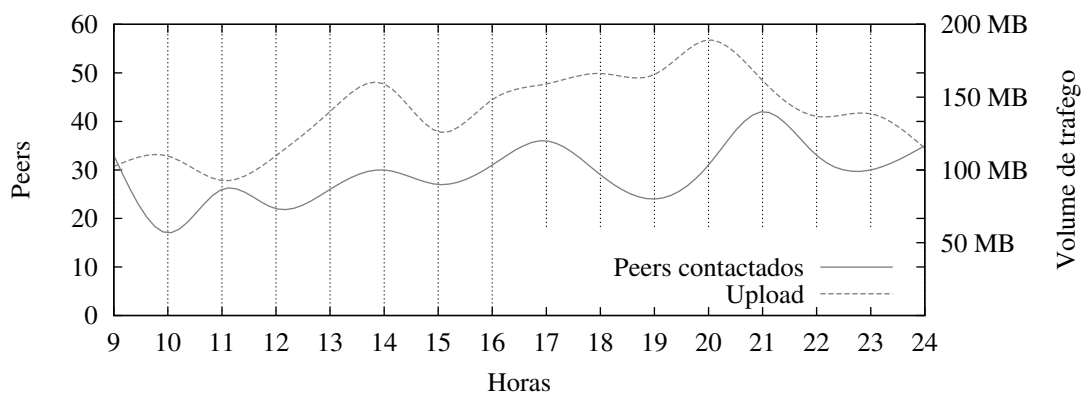


Figura 4.82: "RTP 1" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado

Já para o tráfego recebido e o número de peers que contactaram, fazer esta relação já se torna mais difícil, uma vez que o tráfego recebido ao longo do tempo é muito constante em toda a sua duração, é apenas perceptível uma ligeira subida seguida de uma ligeira descida e nova subida entre as 12 e as 16 horas que é comum a ambos os gráficos da figura 4.83.

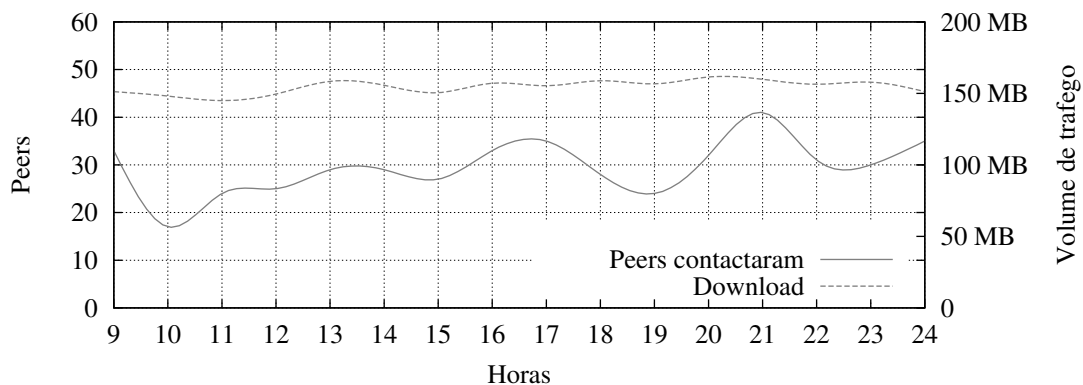


Figura 4.83: "RTP 1" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido

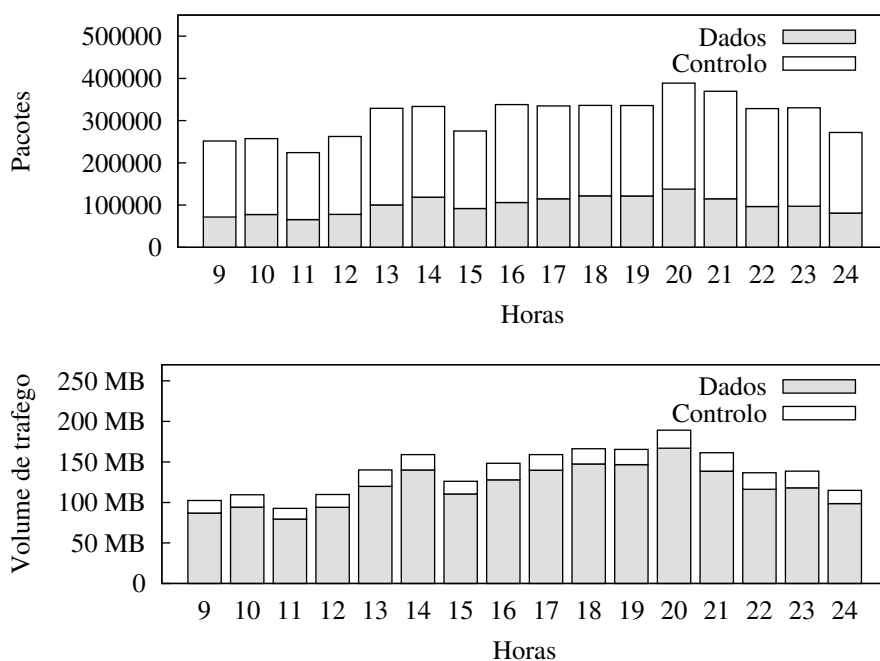


Figura 4.84: "RTP 1" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo

As figuras 4.84 e 4.85 apresenta os gráficos dos pacotes e do volume de tráfego ao longo do tempo separado por dados e pacotes de controlo.

No sentido do envio de tráfego, a figura 4.84 mostra em cima, referente ao número de pacotes enviados, que o número de pacotes de controlo tende a ser semelhante ao longo de toda a simulação, ao passo que o número de pacotes de dados enviados sofre oscilações ao longo do tempo. Já para o volume de tráfego, é possível verificar que o tráfego referente aos pacotes de controlo é reduzido e representa uma parte pequena do volume total ao longo do tempo, sendo que o tráfego de dados enviado segue o formato já visto no gráfico da figura 4.77.

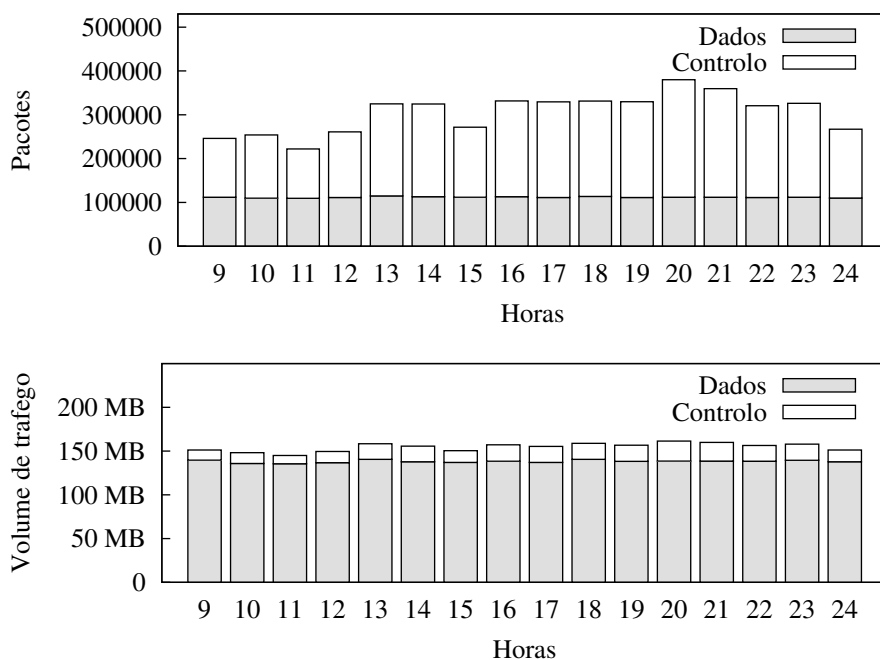


Figura 4.85: "RTP 1" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo

Os gráficos da figura 4.85 mostram, primeiro no gráfico dos pacotes recebidos ao longo do tempo um a recepção de perto de 110 mil pacotes por hora relativos a pacotes de dados recebidos enquanto que o número de pacotes referentes a controlo de tráfego é inconstante, podendo ter por vezes um número quase igual ao número de pacotes de dados recebidos e sendo em algumas horas mais do que o dobro destes. No gráfico do volume de tráfego vemos que o volume de tráfego de dados é quase constante e representa a maior parte deste volume, sendo que o volume de tráfego criado pelos pacotes de controlo é por vezes inferior a 10 MB por hora, nunca passando dos 25.

Para se fazer uma análise mais aprofundada à origem e destino do tráfego da experiência os doze países escolhidos foram: Alemanha, Espanha, Holanda, Islândia, Itália, Portugal, Suíça, Reino Unido, Argentina, Brasil, Estados Unidos e Paquistão.

A figura 4.86 apresenta o gráfico referente ao tráfego enviado e recebido por país onde é notória a supremacia dos Estados Unidos no que se refere ao download efectuado, cerca de 1.4 GB recebidos, onde o próximo país na escala é a Argentina, com 227 MB, estando todos os outros países, para além da Islândia com 114 MB, abaixo da barreira dos 100 MB. No que diz respeito ao upload, de salientar que os Estados Unidos são o único país com mais tráfego enviado do que recebido, todos os outros apresentam maior volume de tráfego enviado para a nossa máquina de testes. Para os Estados Unidos foram cerca de 430 MB, 385 para a Argentina e 320 para o Reino Unido, para Portugal o upload feito foi de aproximadamente 150 MB.

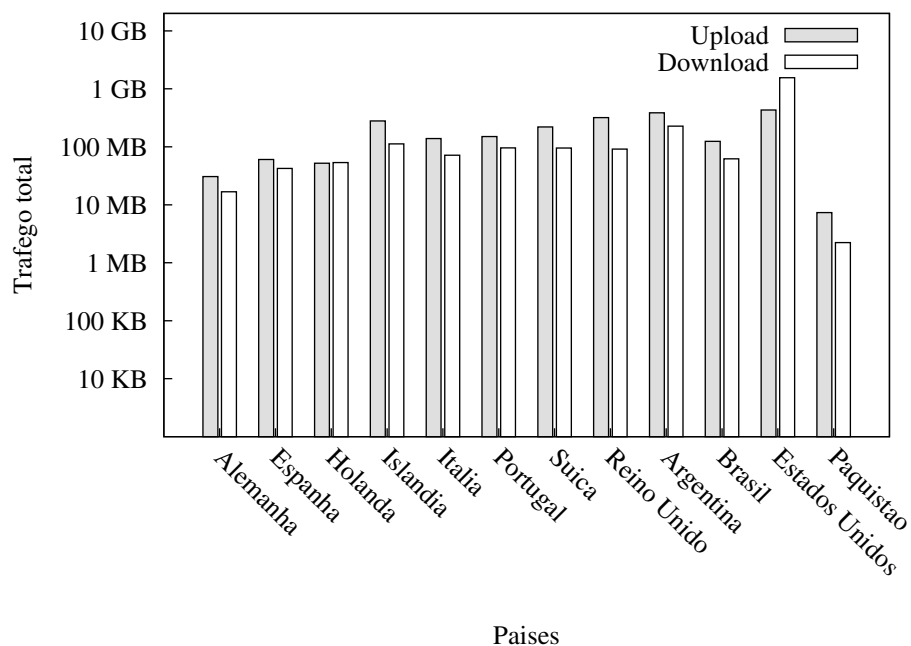


Figura 4.86: "RTP 1" - Tráfego por país

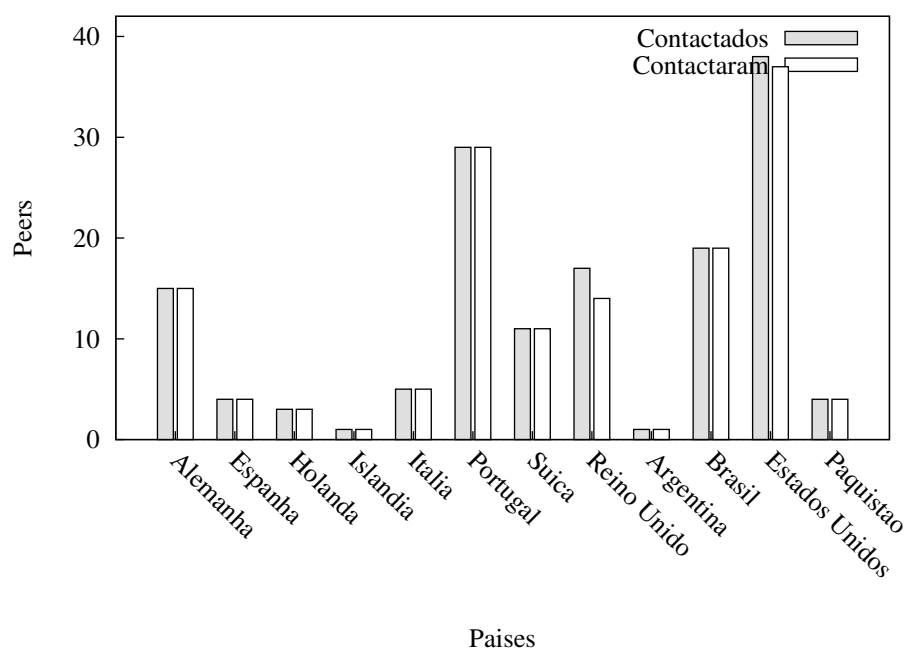


Figura 4.87: "RTP 1" - Peers por país

O gráfico da figura 4.87 apresenta os peers intervenientes que interagiram com a máquina de testes separados por país. Mais uma vez a liderança vai para os Estados Unidos mas com não tanto destaque como em outros canais, com 37 peers que contactaram e 38 contactados,

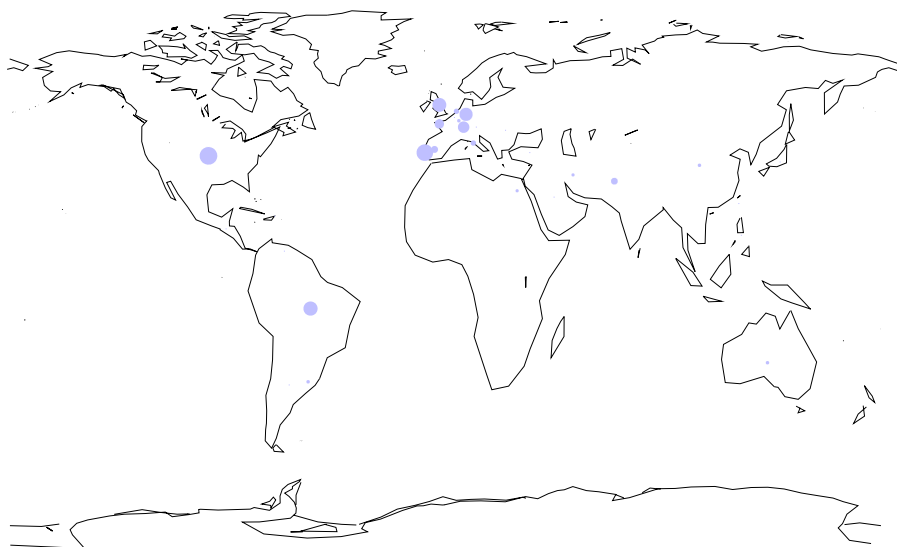


Figura 4.88: "RTP 1" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo

seguido de Portugal, com 29 peers para ambos e Brasil com 19 peers que receberam e enviaram tráfego para a máquina de testes. Outros países a referir são a Alemanha, Reino Unido e a Suíça, que também apresentam mais de 10 peers cada, países esses com vários emigrantes, onde várias pessoas falam o português.

A figura 4.88 mostra os países com peers que comunicaram ao longo do teste para o canal RTP1 espalhados pelo globo. É o canal que obtém o menor número de países assinalados, apenas 34, na sua maioria na Europa mas onde a maior concentração de peers está na América, através de Estados Unidos e Brasil, mas também com peers em Africa, Asia e Oceânia.

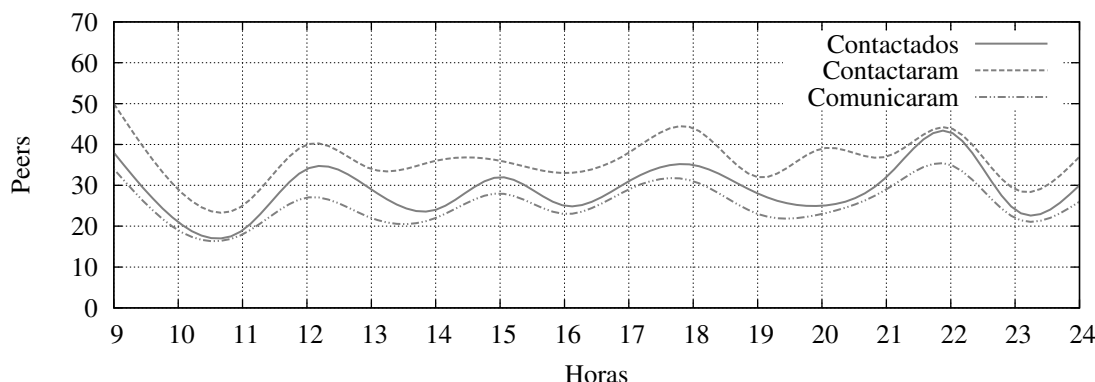


Figura 4.89: "Sky News" - Peers ao longo do tempo

Sky News

O canal Sky News, com transmissão na língua inglesa, apresentou um total de 204 peers contactados correspondentes a 54 países. Como seria de esperar e uma vez que se apresenta como um canal de notícias, os países envolvidos são dos mais diversos pontos do globo, como Paquistão, Quênia, Vietnam, etc.

O número de peers contactados que contactaram e que comunicaram, apresentados na tabela 4.5, estão dentro da média dos outros canais, de notar o facto de os peers que comunicaram estar algo baixo face aos peers que contactaram e que foram contactados uma vez que mais de 10% não viram os seus pedidos retribuídos.

	Contactados	Contactaram	Comunicaram
Peers	204	210	181

Tabela 4.5: "Sky News" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram

O canal noticioso Sky News apresenta uma grande variação relativamente ao número de peers que contactaram, que foram contactados e que comunicaram como mostra o gráfico da figura 4.89. De notar que os peers que contactaram estão sempre acima dos peers contactados o que mostra que a máquina de testes não responde a todos os pedidos que lhe são enviados. Os valores mais altos são atingidos no decorrer da primeira hora, onde a máquina de testes se liga pela primeira vez e tem necessidade de comunicar mais a fim de começar a receber a transmissão do canal nas melhores condições possíveis, há também o aspecto dos vários peers que contactam que são na verdade os servidores do programa TVU Player.

Na tabela 4.6 estão representados os valores médios e totais para o upload e download. Os valores apresentados estão dentro do que foi observado nos outros canais, com uma média de aproximadamente 130 MB/hora com um total de mais de 2 GB de dados recebidos. Para

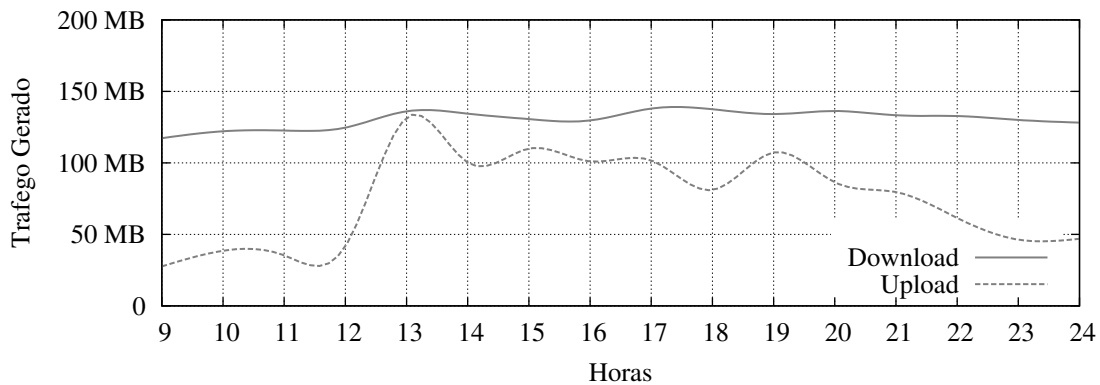


Figura 4.90: "Sky News" - Tráfego efectuado ao longo do tempo

o upload aproximadamente metade do volume de tráfego com uma média de cerca de 75 MB por hora perfazendo um total de aproximadamente 1.2 GB. O volume de tráfego total, durante as 16 horas de teste para o canal sky news, foi de quase 3.3 GB.

	Upload	Download
Média	74.8 MB	130.5 MB
Total	1.197 GB	2.088 GB

Tabela 4.6: "Sky News" - Tráfego total

O gráfico da figura 4.90 apresenta o tráfego enviado e recebido dividido pelas 16 horas de duração do teste. Neste gráfico é possível visualizar um volume de tráfego recebido bastante constante mantendo-se sempre entre os 110 MB e os 140 MB por hora, apresentando uma ligeira subida desde o início do teste até as 17 horas, mostrando depois uma ligeira descida até ao final do teste. O tráfego enviado apresenta uma forte variação, entre os 25 e os 140 MB/hora, onde apresenta uma subida abrupta pelas 12 horas tendo nas 13 horas estado muito próximo de ultrapassar o volume de tráfego recebido e apresenta outro pico durante as 19 horas.

A figura 4.91 apresenta o gráfico do volume de tráfego recebido por minuto. É possível verificar uma variação inferior a 1 MB ao longo de todo o teste onde, apesar de uma grande linearidade, é notório um aumento do download a partir das 13 horas passando de uma média de aproximadamente 255 kbps para cerca de 295 kbps. Esta pequena mudança deve-se ao facto do aumento do upload aumentando assim o volume de tráfego de pacotes de controlo recebidos.

O gráfico da figura 4.92 apresenta o histograma e a respectiva curva aproximada para os valores do tráfego recebido por minuto. É de salientar a forma atípica do histograma quando comparado com os histogramas correspondentes ao tráfego recebido de outros canais, isto deve-se ao facto de existirem dois momentos distintos no download de dados já referido em

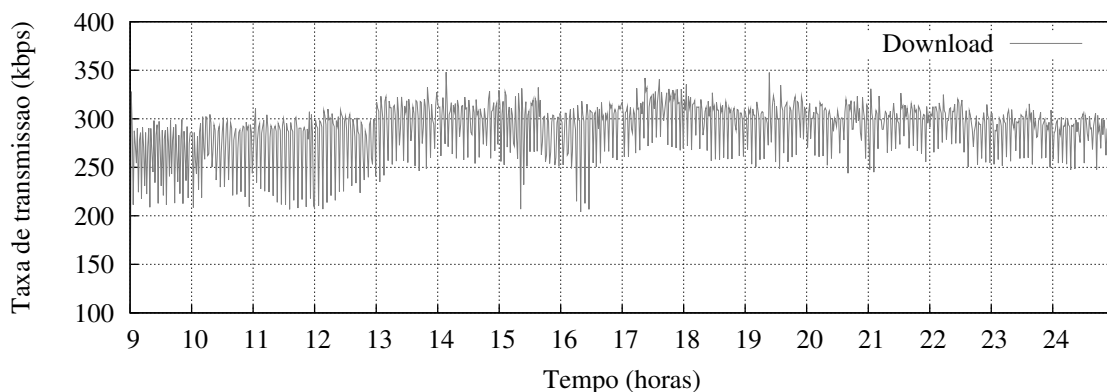


Figura 4.91: "Sky News" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo

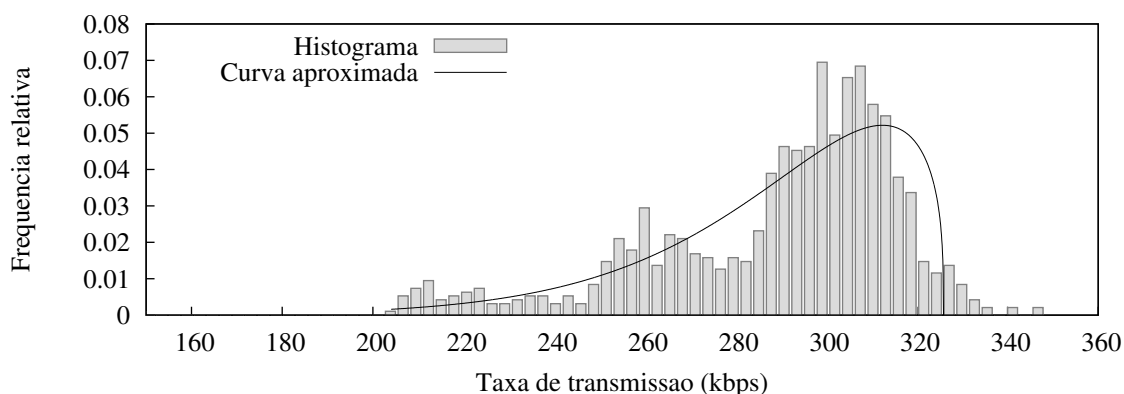


Figura 4.92: "Sky News" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido

cima, isto cria no histograma dois grupos de ocorrências distintos, um com epicentro junto aos 270 kbps e outro com maior número de ocorrências próximo dos 310 kbps. Isto faz com que a curva de aproximação não se mostre muito exacta, pelo que, ao contrário do que aconteceu nos outros canais, onde esta tendia a tornar-se simétrica e em forma de sino, aqui é visível uma curva com um grande enviesamento para a esquerda apresentando um enviesamento nulo para a direita. Dado isto, e segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, a distribuição da curva que mais se aproxima deste histograma será a da teórica do valor extremo.

O gráfico da figura 4.93 mostra o tráfego enviado por minuto onde é visível uma enorme variação de mais de 2 MB no upload, variação normal também verificada nos outros canais. É de notar que após um período inicial de menor procura entre as 9 e as 13 horas, o upload sobe fortemente passando a ser alvo de altos e baixos variando entre aproximadamente 135 e 335 kbps até cerca das 23 horas onde se mantêm depois estável até às 00:59 entre os 70 e 135 kbps.

No que respeita ao tráfego enviado, o gráfico da figura 4.94 apresenta o histograma e curva de aproximação correspondente do upload feito ao minuto. não é possível tirar muitas

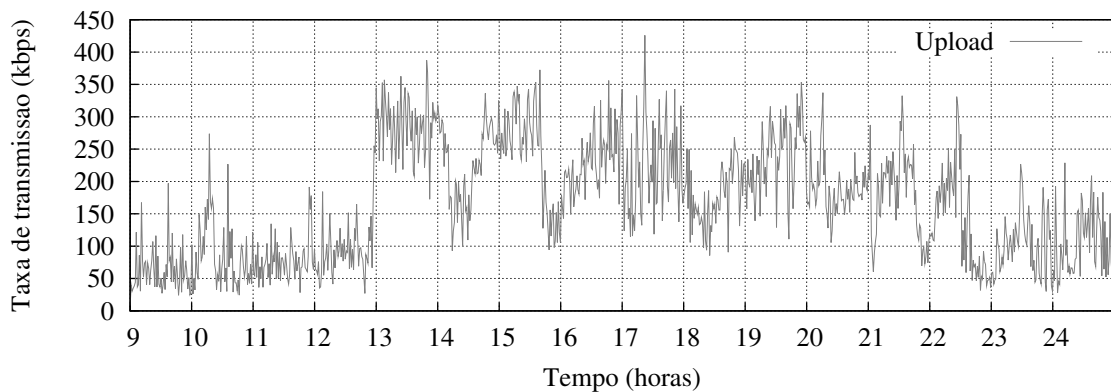


Figura 4.93: "Sky News" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo

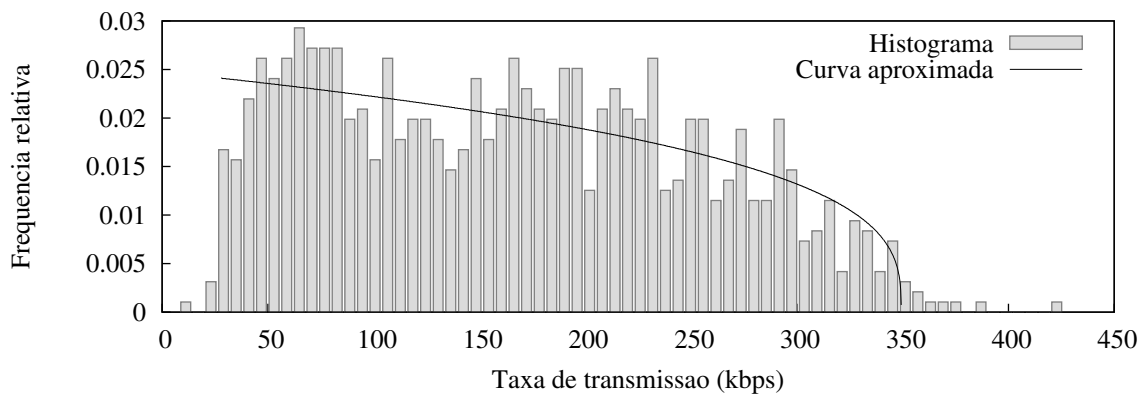


Figura 4.94: "Sky News" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado

conclusões pois mais uma vez, como foi habitual nos dados retirados sobre o upload, devido à sua gama muito extensa de valores fica-se com um histograma pouco homogéneo o que faz com que a curva aproximada também não seja muito exacta. É possível verificar um maior número de ocorrências próximo dos 70 kbps derivado dos períodos de tempo entre as 9 e as 13 e depois entre as 23 e as 00:59 horas mas depois, e dado o período nada constante entre as 13 e as 22 horas o histograma alarga-se bastante chegando quase aos 400 kbps. Desta forma e segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, a distribuição que mais se adequa a este tipo de tráfego específico é a distribuição de Pareto.

O gráfico da figura 4.95 compara os valores obtidos quanto ao número de peers que foram contactados e o tráfego enviado. Através desta análise não é possível tirar qualquer conclusão uma vez que os gráficos parecem não estar directamente relacionados, onde a única relação possível é pensando no gráfico do upload como tendo um desfasamento de uma hora o que já mostrava alguma relação por exemplo no pico das 12 e no das 18 horas, mas não explicaria o maior de todos eles, o pico das 22 horas.

Relativamente à comparação feita entre o tráfego recebido e o número de peers que con-

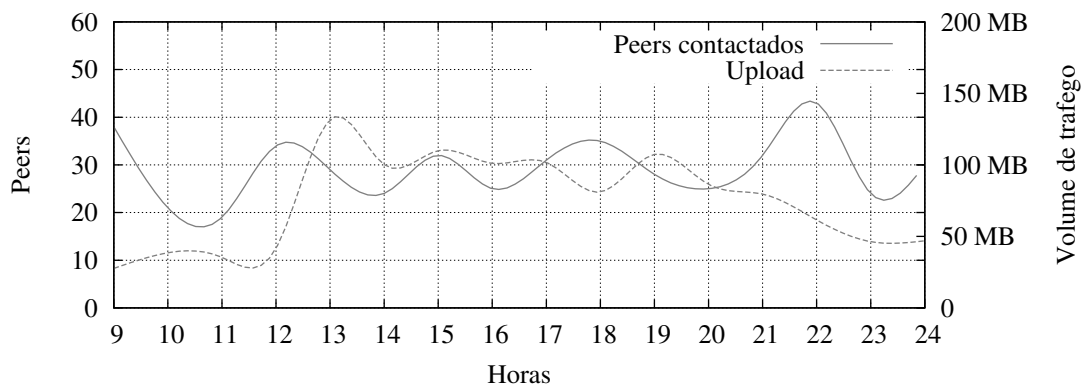


Figura 4.95: "Sky News" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado

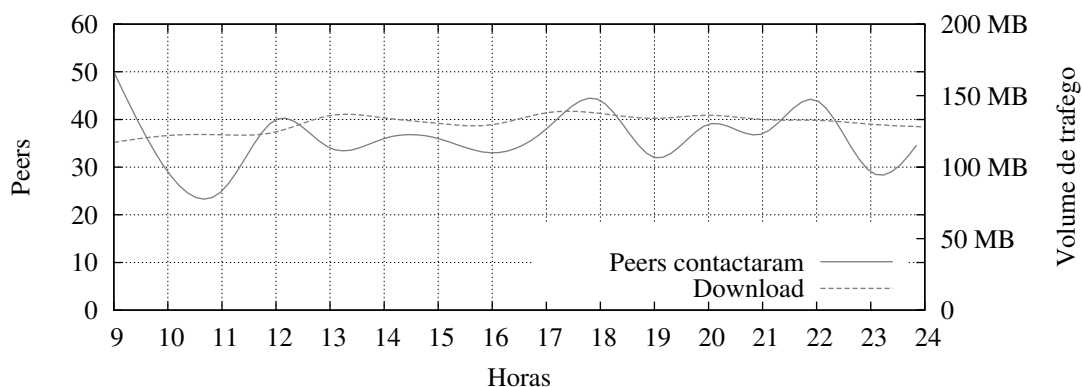


Figura 4.96: "Sky News" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido

tactaram ao longo do tempo, apresentado na forma de um gráfico na figura 4.96 também nada pode ser retirado dos valores expostos uma vez que devido à grande linearidade do volume de tráfego recebido por hora e ao número de peers por hora se manter inconstante ao longo de todo o teste não é visível qualquer tipo de relação entre ambos.

Os gráficos da figura 4.98 mostram os pacotes e o volume de tráfego enviado por hora separado por dados e controlo. É possível ver no gráfico referente aos pacotes enviados uma clara supremacia no número de pacotes de controlo sobre os pacotes de dados, supremacia essa que é mais evidente entre as 9 e as 12 horas, altura em que o número de pacotes de dados sobe abruptamente mantendo-se equilibrado até as 19 horas, altura em que começa a descer lentamente. Os pacotes de dados em nenhuma hora chegam a atingir os 100000 enquanto que os pacotes de controlo nunca ficam abaixo deste número, chegando a atingir os 200000 durante as 17 e as 18 horas.

Relativamente ao tráfego enviado, os dados ocupam a maior fatia atingindo o seu máximo pelas 13 horas, altura em que este é de aproximadamente 110 MB, e tem no período das 9 horas a sua menor fatia, tendo pouco mais tráfego que os pacotes de controlo, pacotes de

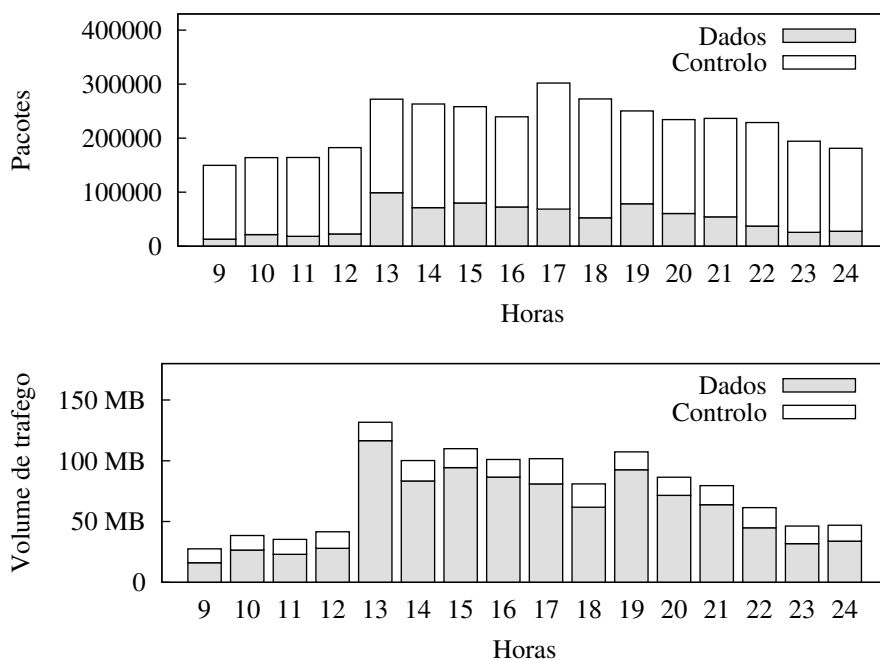


Figura 4.97: "Sky News" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo

controlo esses com um volume bastante reduzido nunca chegando a atingir os 30 MB/hora.

Já no tráfego recebido, representado nos gráficos da figura 4.98, é possível verificar o quase constante número de pacotes de dados recebidos, com uma média quase nos 100000 pacotes por hora enquanto que os pacotes de controlo variam entre os 80000 e os 200000 num total que atinge quase os 300000 pacotes por hora no seu pico pelas 17 horas.

No que diz respeito ao volume de tráfego ao longo do tempo divididos entre dados e controlo, é visível a diminuta parcela de tráfego de controlo, relativamente ao tráfego de dados. O tráfego de dados segue ainda uma média de mais de 110 MB/hora apresentando uma variação mínima deste valor ao longo do tempo. Já o tráfego correspondente a pacotes de controlo apresenta uma grande variação face ao seu volume, chegando em certas horas a ter mais do dobro do volume de outras horas. Tem nas 17 horas o maior volume de tráfego e tem pelas 9 o seu volume mais diminuto.

O gráfico da figura 4.99 mostra o volume de tráfego total enviado e recebido por cada país face à máquina de testes. Os países escolhidos segundo as normas já conhecidas foram a Alemanha, Polónia, Portugal, Reino Unido, Russia, Estados Unidos, Hong Kong, Japão, Kuwait, Tailândia e Austrália.

Em termos de upload verifica-se novamente, como nos outros canais, a supremacia dos Estados Unidos com mais de 440 MB logo seguidos pela Rússia com aproximadamente 370 MB onde depois os países mais próximos são Kuwait e Austrália com cerca de 100 MB de tráfego recebido da máquina para cada um. Em termos de download o domínio dos Estados

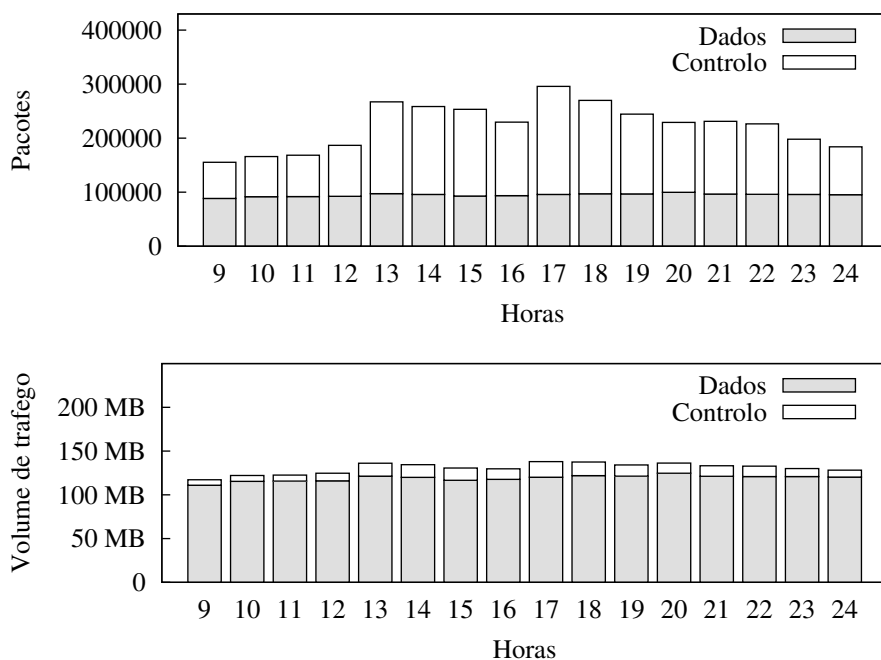


Figura 4.98: "Sky News" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo

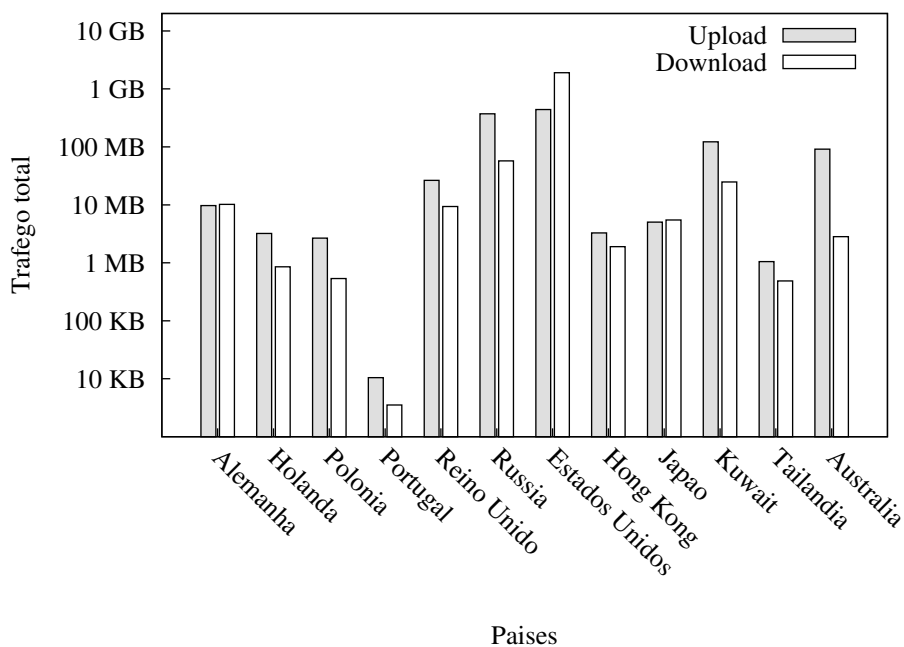


Figura 4.99: "Sky News" - Tráfego por país

Unidos é bastante superior com 1.9 dos 2.2 GB de tráfego total recebido, seguido de muito longe pela Rússia com apenas 57 MB, sem haver mais nenhum país a merecer relevo.

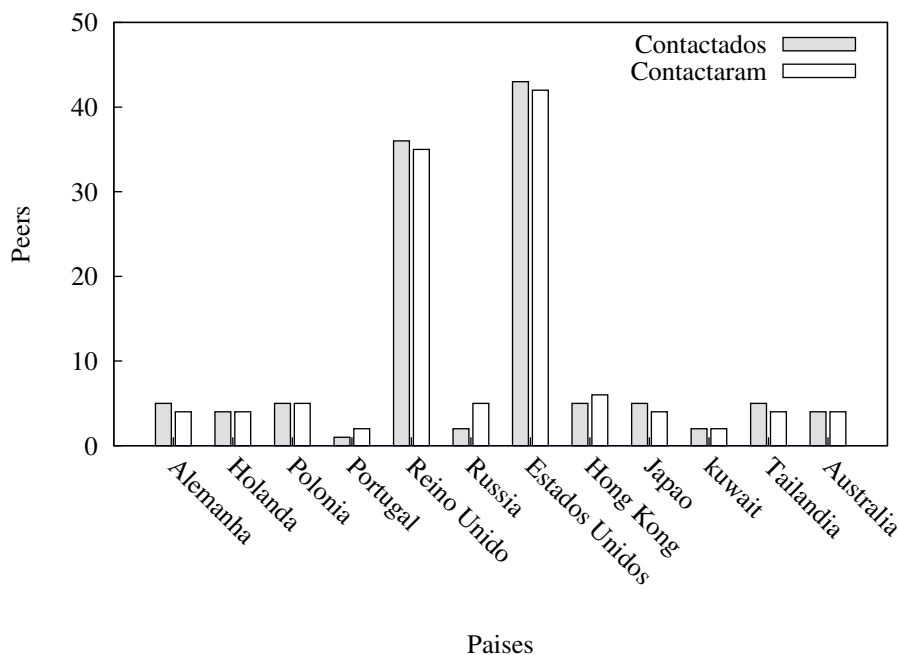


Figura 4.100: "Sky News" - Peers por país

Em termos de peers é novamente os Estados Unidos que disponibilizam o maior número de peers, como é visível no gráfico da figura 4.100, tanto contactados como que contactaram, com 43 e 42 respectivamente, o país mais próximo destes valores é o Reino Unido, com 35 peers contactados e com 34 que contactaram, onde todos os outros países apresentam menos de 10 peers contactados e que contactaram. De realçar o facto do Reino Unido ter tantos peers ligados à máquina de testes, uma vez que esse número não se transmitiu num grande volume de tráfego trocado, pelo contrário a Rússia, com apenas 5 peers que contactaram, mas para onde a máquina de testes enviou cerca de 370 MB.

A figura 4.101 mostra o mapa mundo com os peers que comunicaram com a máquina de testes divididos pelos seus países de origem utilizando uma escala logarítmica. É possível ver a diversidade de países que comunicaram, espalhados por todos o mundo, dada a dimensão do canal Sky News, a maioria na Europa mas com também muitos países asiáticos. Em relação ao número de peers por país, é notória a dimensão dos Estados Unidos e Reino Unido, comparativamente com os restantes países participantes.

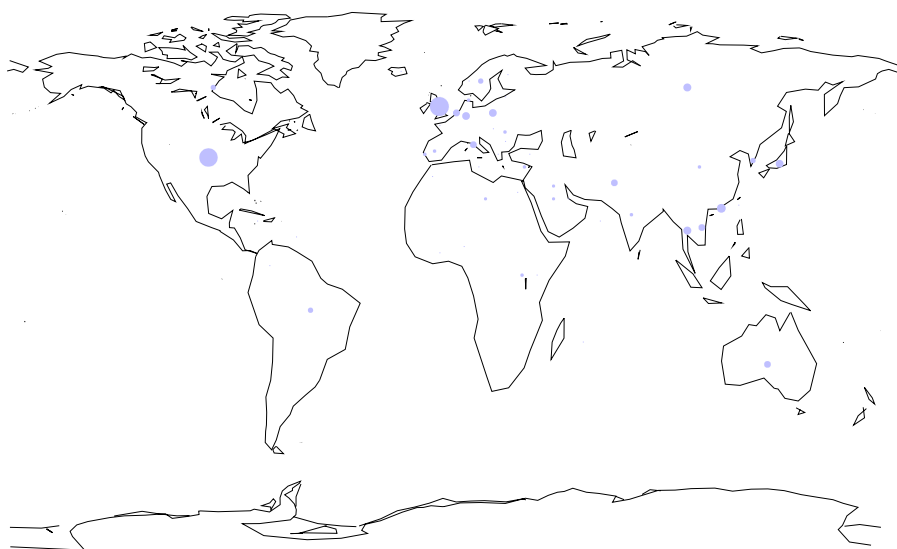


Figura 4.101: "Sky News" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo

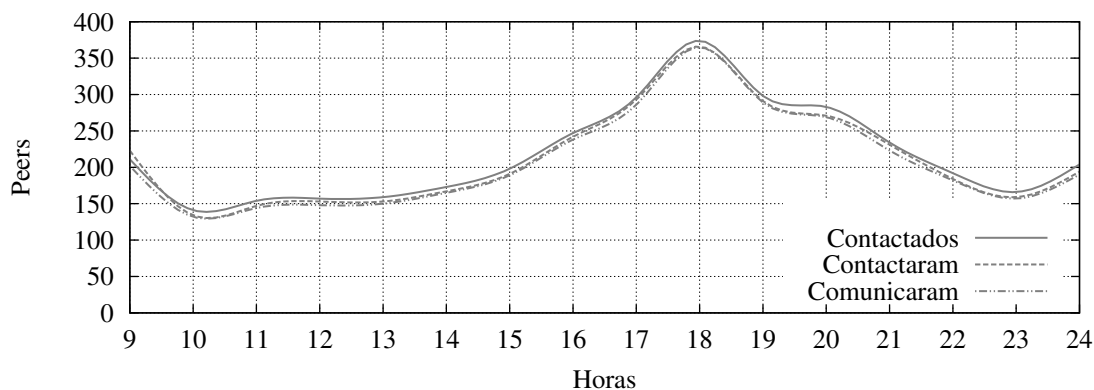


Figura 4.102: "Fox Soccer Channel" - Peers ao longo do tempo

Fox Soccer Channel

O canal Fox Soccer Channel é um canal pago, com transmissão na língua inglesa, faz a sua emissão com base nos jogos das melhores equipas das melhores ligas europeias e americanas, podendo a sua transmissão ser feita em directo ou diferido. Tem também espaços noticiosos sobre futebol com resumos dos jogos e notícias sobre tudo o que está ligado ao futebol. O facto de o canal ser transmitido em inglês, e uma vez que o canal é pago e tem um conteúdo bastante interessante, não surpreende o facto de terem surgido peers de 116 países, países esses de todos os pontos do mundo e com e sem língua oficial inglesa.

O número de peers contactados e que contactaram varia bastante ao longo do tempo como mostra o gráfico da figura 4.8, para os três casos, peers contactados, que contactaram, e que comunicaram, os seus gráficos seguem caminhos muito semelhantes, havendo em todos eles um início com cerca de 200 peers na primeira hora, impulsionada pela ligação ao canal, havendo uma descida logo de seguida pelas 10 horas onde é atingido pelos três gráficos o mínimo, seguido depois de uma subida até aproximadamente às 18 horas onde nos três casos o número de peers passa os 350, prosseguindo a descer até às 23 horas apresentando logo depois uma pequena subida. Esta variação acentuada deve-se provavelmente à transmissão de um evento em directo, o que motivou o aumento de ligações e contactos.

O tráfego representado na tabela 4.7 mostra que os valores de upload e download são elevados quando comparados com os restantes canais analisados. A média de download por hora atinge quase os 200 MB fazendo um total de mais de 3 GB de dados recebidos, algo que pode ser devido à própria transmissão uma vez que apresenta uma qualidade um pouco superior à verificada em outros canais mas também é devido ao facto de o canal ser bastante requisitado o que faz com que receba mais tráfego de controlo. Em relação ao upload, este mostrou-se mais inconstante ao longo da duração do teste com resultados totais abaixo do observado para o download, fazendo um total de mais de 2 GB de upload a uma média de 128 MB por hora.

	Upload	Download
Média	128.6 MB	198.0 MB
Total	2.058 GB	3.168 GB

Tabela 4.7: "Fox Soccer Channel" - Tráfego total

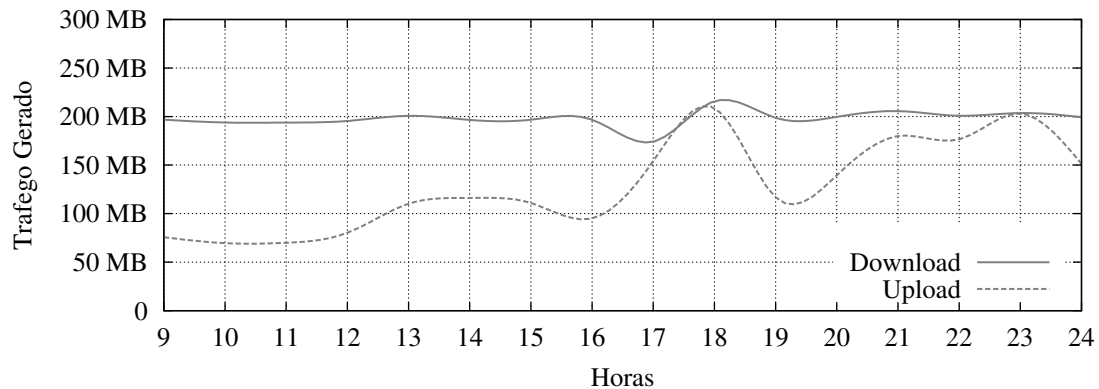


Figura 4.103: "Fox Soccer Channel" - Tráfego efectuado ao longo do tempo

O gráfico da figura 4.103 mostra o tráfego enviado e recebido por hora ao longo do tempo que durou o teste ao canal Fox Soccer Channel. Em relação ao download o gráfico mostra a linearidade ao longo do tempo no tráfego recebido, sempre rondando os 200 MB/hora, com excepção para o período entre as 17 e as 18 horas, onde há uma pequena descida seguida de uma subida no volume de dados recebidos. Relativamente ao tráfego enviado, este é menos previsível, uma vez que sofre várias alterações ao longo do tempo. Começa abaixo dos 100 MB/hora atingindo este valor a partir das 13 horas, depois das 16 horas sobe até aos 200 MB/hora num período de clara maior procura do canal, baixando novamente para os 100 MB/hora durante as 19 horas e voltando a subir para uma média de 150 MB por hora até ao final do teste. O tráfego recebido é inferior ao tráfego enviado apenas durante um pequeno período após as 17 horas.

O tráfego recebido ao minuto está registado no gráfico da figura 4.104, onde é possível ver a consistência da recepção do tráfego, sempre entre os 420 e os 470 kbps, uma variação de apenas 50k. Esta pequena variação mostra a fiabilidade pois a recepção do tráfego não apresenta quebras. Apenas uma excepção a esta variação que acontece no período entre as 17:30 e as 18:30 aproximadamente, em que há uma ligeira subida para valores que rondam os 520 kbps, subida essa que pode ser explicada pelo aumento abrupto de tráfego enviado. Uma vez que o tráfego enviado cresce, cresce o número de pacotes de dados enviados e consequentemente o número de pacotes de controlo recebidos relacionado com o tráfego que foi enviado.

O gráfico correspondente ao histograma das ocorrências de tráfego recebido e respectiva curva de aproximação estão representados na figura 4.105 onde é possível visualizar a pequena

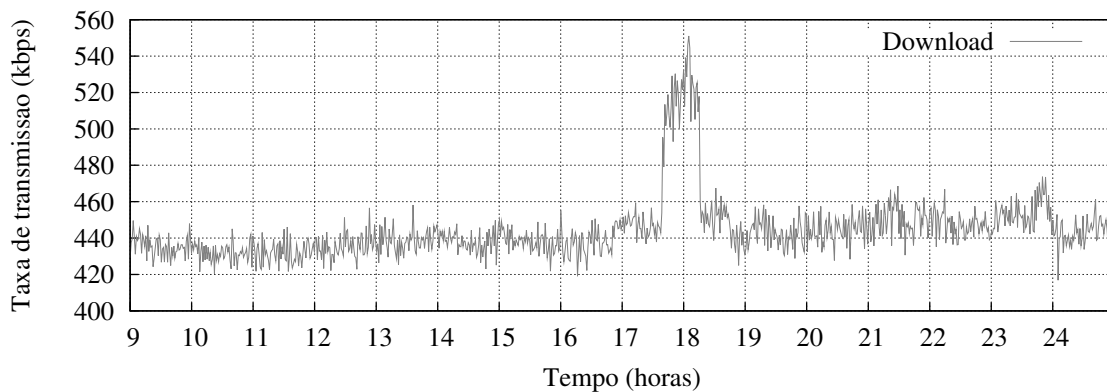


Figura 4.104: "Fox Soccer Channel" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo

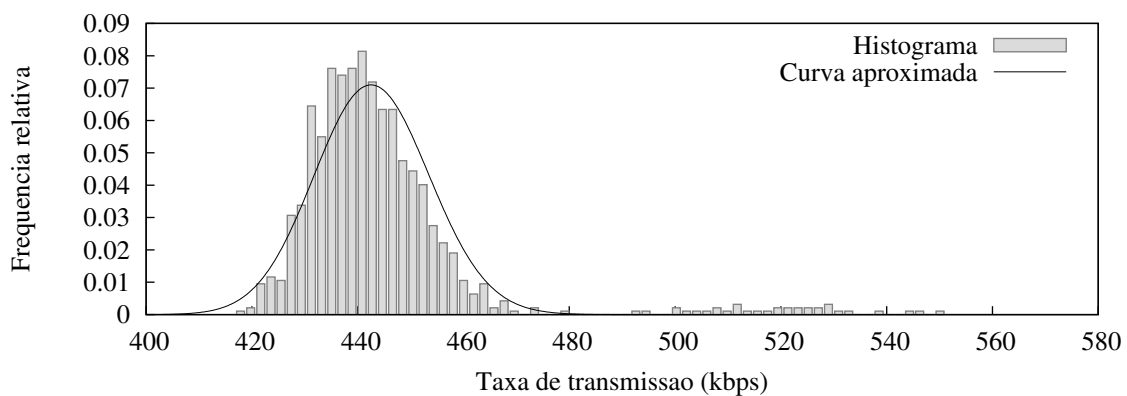


Figura 4.105: "Fox Soccer Channel" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido

variância entre os extremos do histograma, onde o maior número de ocorrências acontece perto dos 440 kbps. É visível também um grupo isolado de ocorrências próxima dos 535 kbps explicado em cima. Este pequeno grupo de ocorrências faz ainda com que a curva de aproximação não se mostre tão próxima das ocorrências principais do gráfico uma vez que está um pouco deslocada para a direita a fim de abranger também o pequeno grupo. Este histograma está próximo do simétrico apresentando uma forma de sino, onde a curva aproximada que melhor se aplica a este histograma, segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, segue uma distribuição chi quadrado.

Tal como já tinha sido possível analisar em 4.103, o tráfego enviado representado ao minuto na figura 4.106 mostra com maior exatidão o que se sucedeu com o o volume de dados enviados. É possível constatar que uma grande variação no gráfico, que vai de 135 até 535 kbps ao longo do tempo mas onde, entre as 17:30 e as 18:30 aproximadamente, atinge os 800 kbps, um valor nunca antes visto para o tráfego enviado.

O gráfico da figura 4.107 permite visualizar o histograma e respectiva curva de apro-

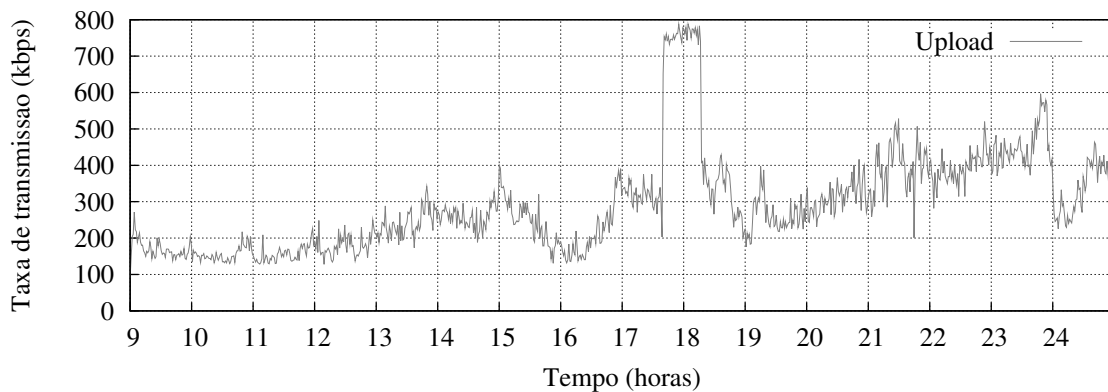


Figura 4.106: "Fox Soccer Channel" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo

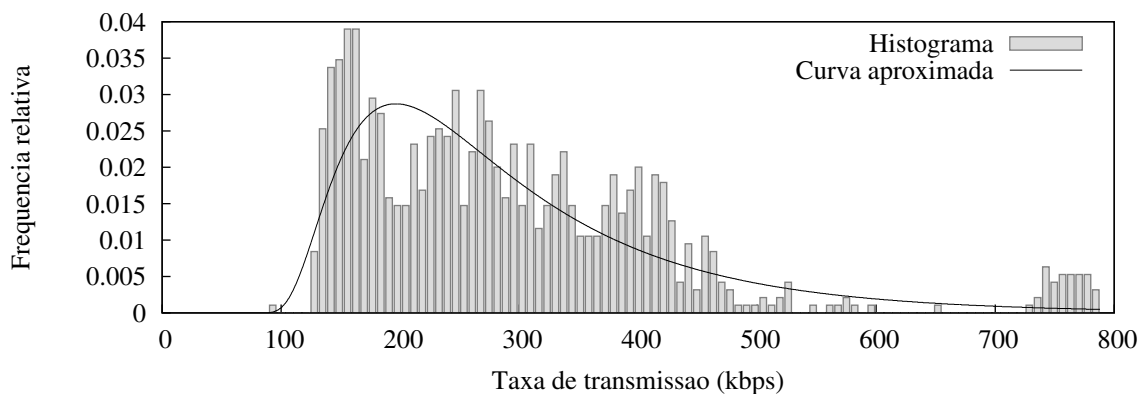


Figura 4.107: "Fox Soccer Channel" - Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado

ximação correspondente aos dados enviados aquando do teste para o canal Fox Soccer Channel, como foi referido em cima, a gama de valores referentes ao tráfego enviado apresentam uma gama muito extensa de valores o que faz com que o histograma também apresente uma forma muito larga, ao contrário do formato bastante compacto obtido pelo tráfego recebido. O maior número de ocorrências surge por volta dos 160 kbps decrescendo até aos 600 kbps, surgindo depois um grupo de ocorrências entre os 735 e os 800 kbps, correspondentes ao período de tempo em que o tráfego enviado apresentou um valor excessivamente alto. A curva de aproximação respectiva não se poderá mostrar muito próxima do histograma uma vez que este pequeno grupo adultera um pouco os dados. Segundo o teste Kolmogorov-Smirnov, a distribuição da curva de aproximação que mais se adequa a este modelo de tráfego é a distribuição gaussiana invertida.

A tabela 4.8 apresenta resultados completamente fora da gama de valores obtidos até agora, resultados esses que mostram ser dez vezes superiores aos obtidos anteriormente para outros canais, apesar de parecer um exagero a explicação é simples, este é um canal que é pago

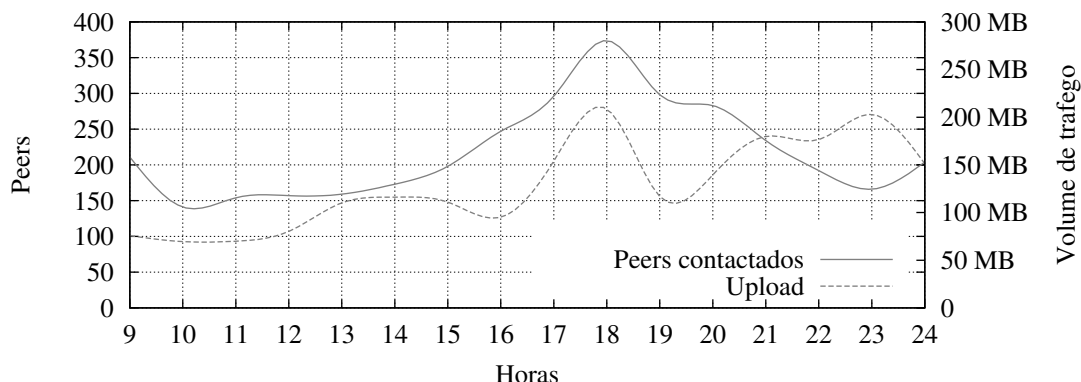


Figura 4.108: "Fox Soccer Channel" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado

pelo que é natural que haja uma maior procura por parte dos utilizadores de serviços P2P IPTV por estes canais. Uma vez que os outros canais estão disponíveis, na maior parte dos casos, também na televisão, este canal devido ao facto de se encontrar em sinal aberto neste programa, é assim o canal mais requisitado de todos os canais analisados. Outra possível razão para o exagerado número de peers que ligaram é o facto de este ser um canal que transmite eventos desportivos, neste caso jogos de futebol, pelo que é normal que um utilizador se ligue para ver um jogo específico de futebol e não se mantenha ligado, podendo um evento interessar a um determinado número de utilizadores, enquanto que o evento seguinte interessa a outro tipo de utilizadores.

	Contactados	Contactaram	Comunicaram
Peers	2009	2007	1973

Tabela 4.8: "Fox Soccer Channel" - Peers contactados, que contactaram e que comunicaram

A figura 4.108 apresenta simultaneamente o gráfico relativo aos peers contactados e o gráfico do upload efectuado ao longo do tempo. É possível verificar que ambos estão relacionados dado o seu percurso ao longo do tempo, desde as 9 horas até às 19, com principal relevância para o pico das 18 horas em que ambos os valores sobem abruptamente, é possível conferir a relação entre ambos. A partir das 20 horas isto altera-se não sendo evidente um relacionamento directo entre o upload e os peers contactados, uma vez que apesar de o número de peers contactados estar a diminuir o upload apresenta uma tendência de subida.

Apesar de uma variação de mais de 200 peers que contactaram ao longo do tempo de duração do teste, a comparação com o tráfego recebido mostra que tal facto não altera em muito a taxa de download. A figura 4.109 apresenta os gráficos para os peers que contactaram e para o tráfego recebido e mostra que, apesar da variação exagerada que acontece no gráfico dos peers, o tráfego recebido não apresenta alterações de maior, mantendo-se sempre próximo

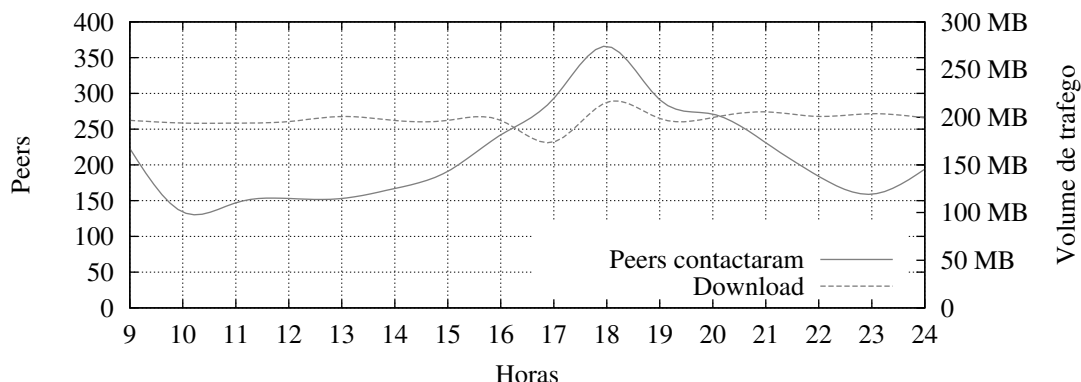


Figura 4.109: "Fox Soccer Channel" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido

dos 200 MB/hora, apenas sofre uma ligeira descida pelas 17 horas e um pequeno aumento durante as 18 horas. Este aumento pelas 18 horas é também o ponto em que a máquina de testes mais foi contactada pelos peers externos, com mais de 350 peers que contactaram. O motivo que explica este valor poderá ser o aumento da procura do canal, o que leva também à recepção de mais pacotes de controlo e ao envio dos mesmos, factor também analisado acima no gráfico do tráfego enviado.

Os gráficos da figura 4.110 mostram o número de pacotes e o volume de tráfego gerado pela máquina de testes, fazendo a distinção entre pacotes ou tráfego de dados ou de controlo. Quanto aos pacotes, pode-se verificar que estes são na sua grande maioria de controlo e que são enviados mais de 600000 pacotes por hora de controlo, valor esse que vai sendo semelhante ao longo do período de testes. Os pacotes de dados são, no início, quase insignificantes ganhando alguma relevância a partir das 13 horas, atingindo o seu máximo pelas 18 horas e depois um valor aproximado novamente pelas 23 horas, valores esses próximos dos 100000 pacotes, onde são, mesmo no seu valor mais alto, cerca de 6 vezes menor que o número de pacotes enviados de controlo. O total de pacotes enviados está sempre entre os 600000 e os 800000 pacotes, variação essa quase exclusivamente da responsabilidade dos pacotes de dados.

Quanto ao volume de tráfego, é visível que o tráfego gerado pelos pacotes de controlo apresenta um valor quase constante acima dos 50MB/hora durante as 16 horas de teste. Já o volume de tráfego enviado correspondente aos pacotes de dados, apesar de começar com um volume de menos de 20 MB/hora, atinge pelas 18 e 23 horas um valor muito próximo dos 150 MB/hora.

Os gráficos da figura 4.111 apresentam agora os dados relativos aos pacotes e volume de tráfego recebidos separados por controlo e dados. É possível ver no primeiro gráfico a linearidade dos valores obtidos, tanto para os pacotes de dados que apresentam uma variação mínima, como para os pacotes de controlo, que apresentam uma variação relativamente pequena, à excepção do que acontece durante as 18 horas, em que o número de pacotes de

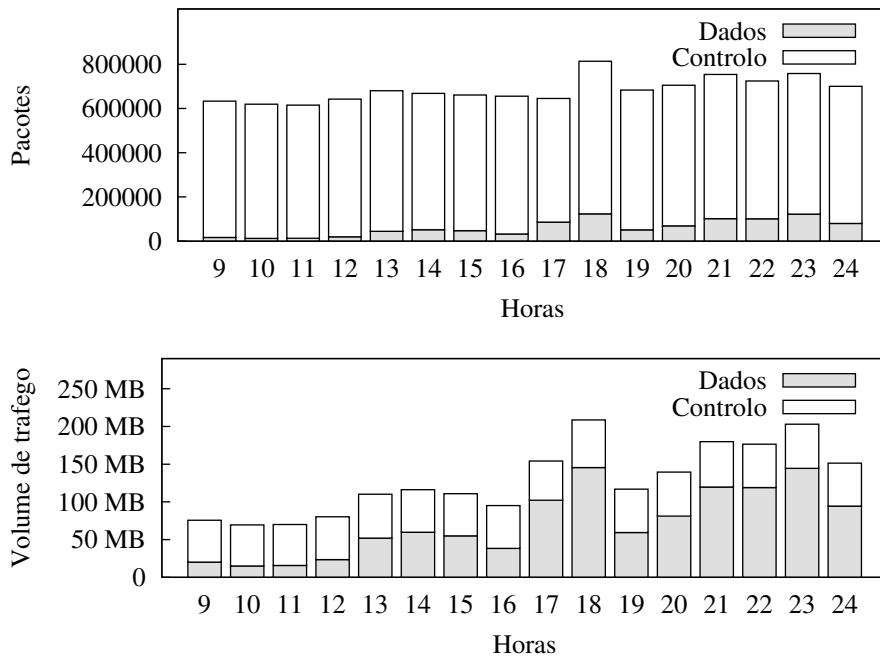


Figura 4.110: "Fox Soccer Channel" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo

controlo recebidos sobe mais acentuadamente. Quanto ao número de pacotes, os pacotes de dados apresentam ao longo do tempo uma média superior a 100000 pacotes por hora enquanto que os pacotes de controlo variam entre os 500000 e os 700000 pacotes por hora. O número total de pacotes apresenta uma variação que vai dos 600000 pacotes nos períodos de maior acalmia atingindo até os 800000 pacotes por hora.

Relativamente ao volume de tráfego recebido, a linearidade apresentada acima mantém-se, com excepção apenas para as 17 horas, em que o tráfego recebido fica cerca de 50 MB abaixo da média das outras 15 horas, média essa que ronda os 200 MB/hora, desses 200 MB, aproximadamente 150 são correspondentes a pacotes de dados e aproximadamente 50 correspondem a tráfego gerado por pacotes de controlo.

De todos os países analisados foram escolhidos os doze que apresentariam maior motivo de estudo, tanto pelo número de peers, como pelo tráfego gerado ou até pela localização ou condição do país, desta forma os países escolhidos foram: Alemanha Espanha, Itália, Portugal, Reino Unido, Rússia, Barbados, Canadá, Estados Unidos, Jamaica, Malásia e Egipto.

O gráfico da figura 4.112 apresenta, segundo uma escala logarítmica, o tráfego enviado e recebido de cada país. A supremacia dos Estados Unidos, com 1.7 GB de tráfego recebido, continua evidente mas já não tão acentuada como em outros canais analisados. É possível verificar que há também outros países que contribuíram significativamente para no download da nossa máquina como a Alemanha, Reino Unido, Barbados, e Malásia, os dois últimos algo bastante imprevisíveis até. Este facto não se sucedeu muito frequentemente em outros canais,

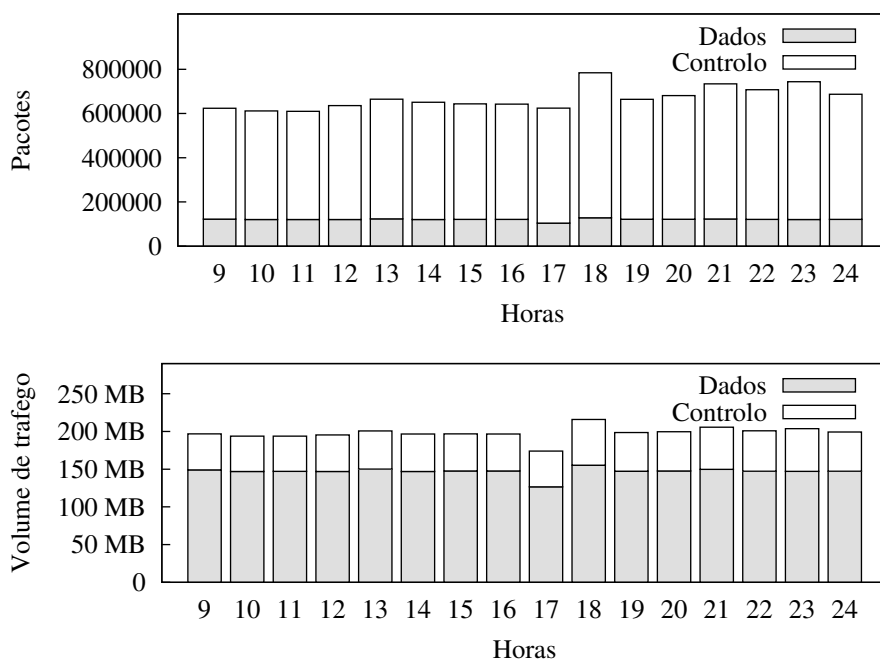


Figura 4.111: "Fox Soccer Channel" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo

onde os Estados Unidos assumiram quase toda a despesa. Relativamente ao upload, este foi feito mais para os Estados Unidos, com quase 450 MB, algo normal uma vez que esta é a localização do canal mas de realçar também o upload feito para a Alemanha, Reino Unido e Portugal, também bastante significativo atingindo os 71 MB.

Em relação à localização dos peers que comunicaram, o gráfico da figura 4.113 mostra a sua distribuição quanto aos doze países escolhidos. Uma vez que o canal Fox Soccer Channel apresentou um número muito maior de peers intervenientes é natural que esse número se vá fazer notar, de realçar logo os Estados Unidos, com mais de 300 peers contactados e que contactaram mas também a Alemanha, com um número não muito inferior, 251 e 250 respectivamente. Todos os outros países apresentam números abaixo dos 100 peers, Portugal apresenta 14 peers contactados e que contactaram.

A figura 4.114 mostra a distribuição dos peers que comunicaram com a máquina de testes no mapa mundo. Foi o canal que apresentou mais peers comunicantes pelo que é o que apresenta mais países assinalados no gráfico, apresentando países dos cinco continentes com especial destaque para a Europa.

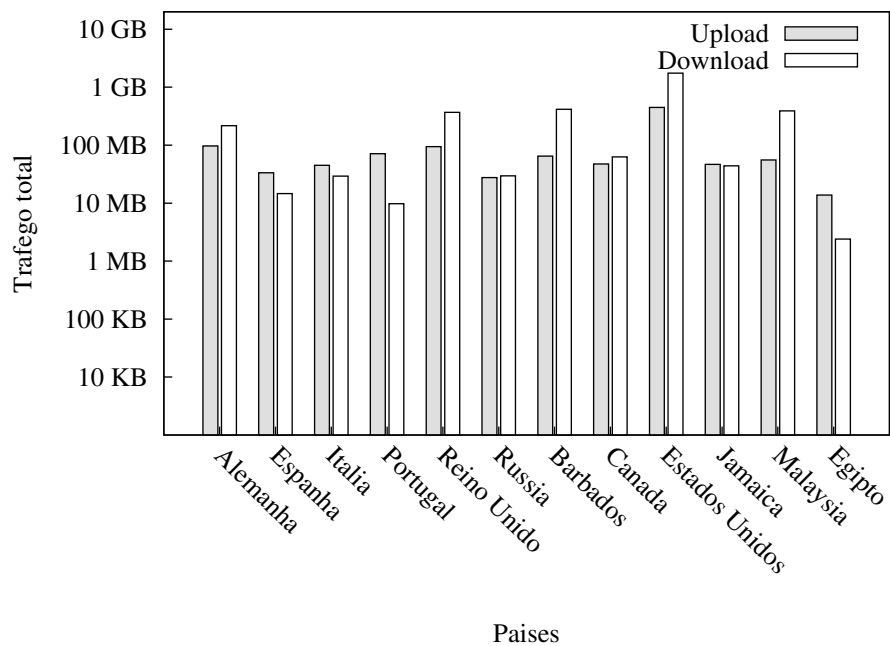


Figura 4.112: "Fox Soccer Channel" - Tráfego por país

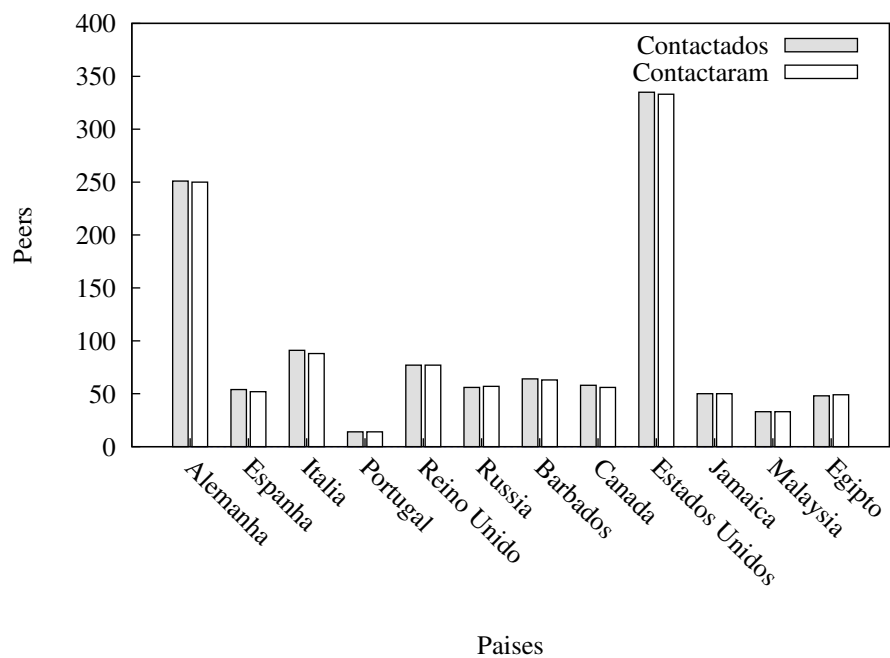


Figura 4.113: "Fox Soccer Channel" - Peers por país

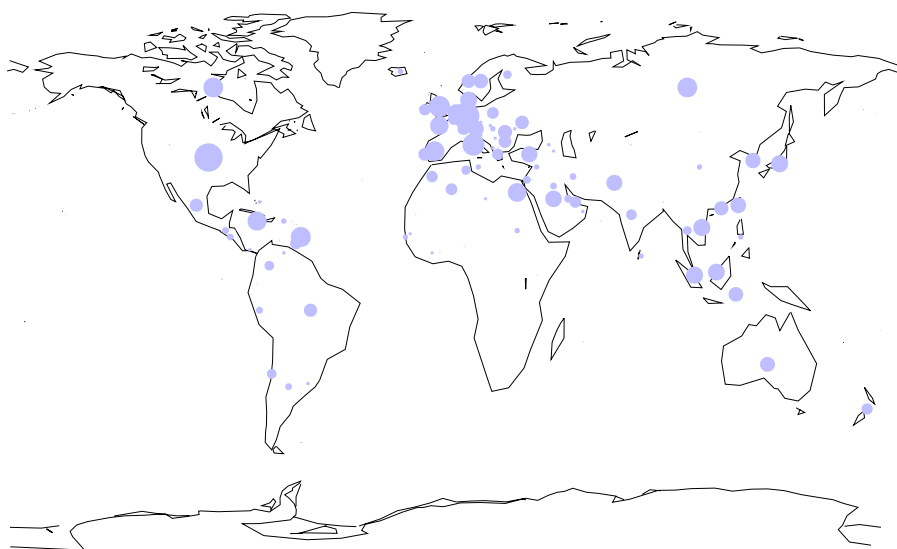


Figura 4.114: "Fox Soccer Channel" - Distribuição dos peers por país no mapa mundo

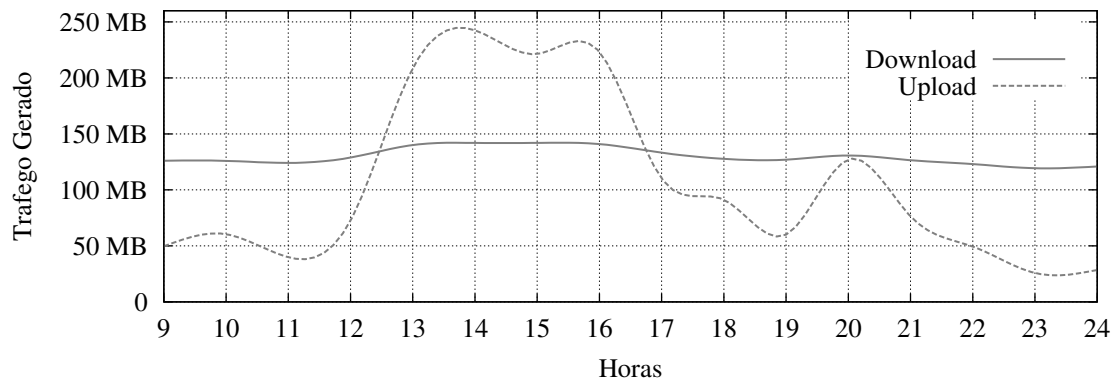


Figura 4.115: "GolTV" - Tráfego efectuado ao longo do tempo

4.2.2 Sopcast

O programa Sopcast foi analisado recorrendo à visualização do canal GolTV, o canal desportivo americano onde neste caso específico apresentou a sua transmissão em inglês.

O tráfego TCP é, tal como aconteceu no programa TVU Player, uma parcela mínima do tráfego total capturado para o programa Sopcast, com apenas 5.13%, contra os 94.42% de tráfego UDP.

GolTV

O gráfico da figura 4.115 apresenta os dados relativos ao tráfego enviado e recebido dividido por hora e representado ao longo do tempo do teste feito ao canal GolTV no programa Sopcast. É perceptível a quase linearidade do volume de tráfego recebido face ao volume de tráfego enviado por hora. O tráfego recebido apresenta valores que estão dispostos entre os 120 e os 150 MB por hora aproximadamente, sendo que este volume é maior entre as 13 e as 16 horas e depois durante as 20 horas, horas durante as quais o volume de tráfego enviado é superior à média. Em relação ao tráfego enviado a variação dá-se entre os 20 e os 250 MB/hora aproximadamente. De salientar o período entre as 13 e as 16 horas em que o volume de tráfego passa dos 200 MB por hora e depois durante as 20 horas em que o tráfego enviado ultrapassa os 120 MB.

O gráfico da figura 4.116 apresenta o tráfego recebido por minuto ao longo das 16 horas de teste. O tráfego recebido ao minuto pelo canal GolTV apresenta uma variação considerável, que vai desde os 240 até aos 400 kbps. O tráfego recebido segue um fluxo relativamente constante entre as 9 e as 13 horas e depois a partir das 18 horas até ao final do teste aproximadamente, com uma variação 240 e 350 kbps sensivelmente mas que sofre algumas perturbações entre as 13 e as 18 horas aproximadamente cujo efeito é provocado pelo aumento abrupto no upload, onde este tráfego a mais relativamente à média obtida nos outros intervalos se deve ao excesso de pacotes de controlo recebidos.

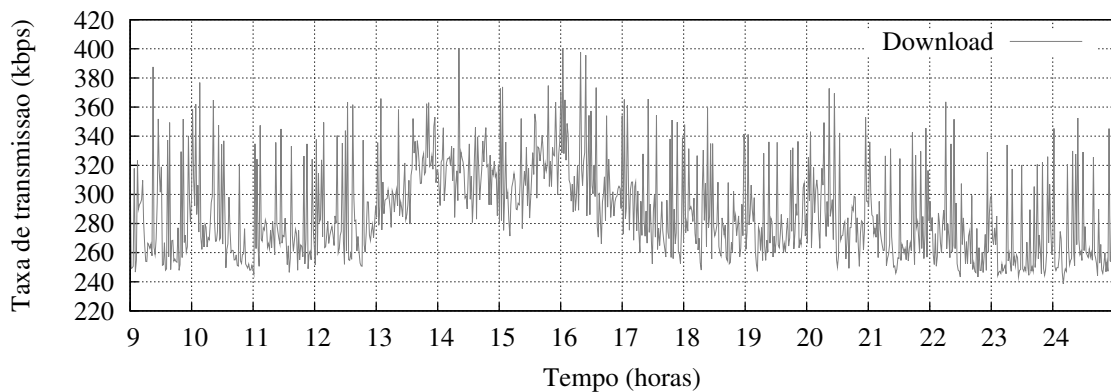


Figura 4.116: "GolTV" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo

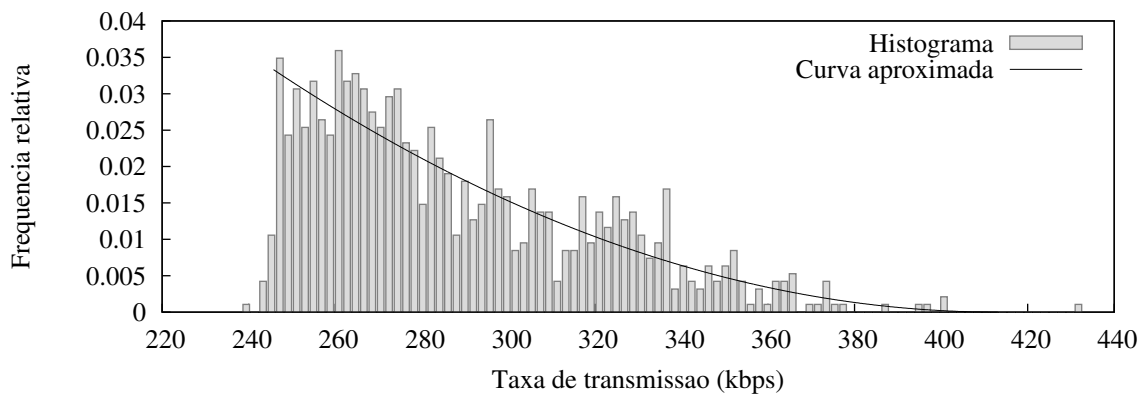


Figura 4.117: Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do Sopcast

O gráfico da figura 4.117 apresenta o histograma e respectiva curva de aproximação correspondente ao tráfego recebido por minuto. É possível constatar que o tráfego tem como base a velocidade de 240 kbps onde existe um maior número de ocorrências mas a variação causada pelo aumento do número de peers que contactam ao longo do tempo e o aumento do envio de dados verificado em 4.118 faz com que o histograma não tome uma forma mais curta. A distribuição que mais se adequa à curvatura do histograma é, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, é a distribuição de Pareto.

O gráfico da figura 4.118 mostra o tráfego recebido por minuto ao longo do teste feito ao canal GolTV com o programa Sopcast. É visível uma variação gigante do volume de tráfego ao longo do tempo que se verifica devido ao aumento de peers conectados durante o teste. O gráfico mostra que a variação apresentada é de mais de 800 kbps e também que, ao contrário dos testes realizados para os outros programas há, durante toda a duração do teste, vários intervalos de um minuto em que não há tráfego enviado, o que não deixa de ser estranho dada a necessidade de comunicação entre os peers.

Na figura 4.119 estão representados o histograma do tráfego enviado por minuto e respec-

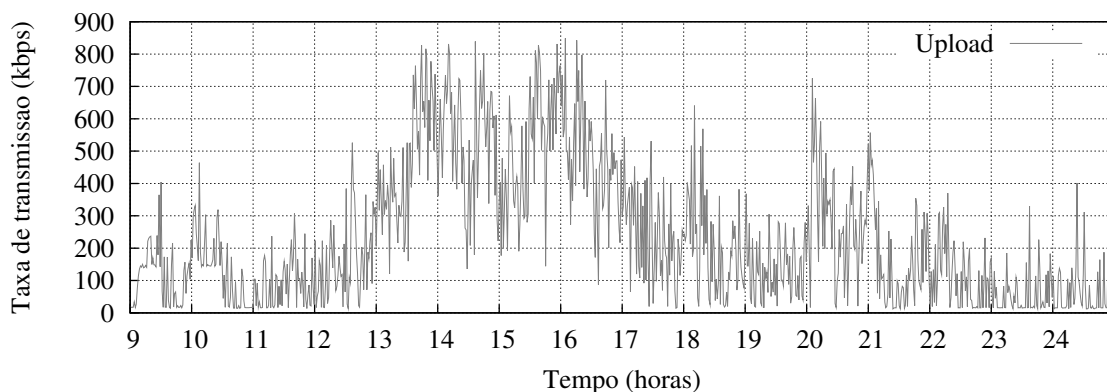


Figura 4.118: "GolTV" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo

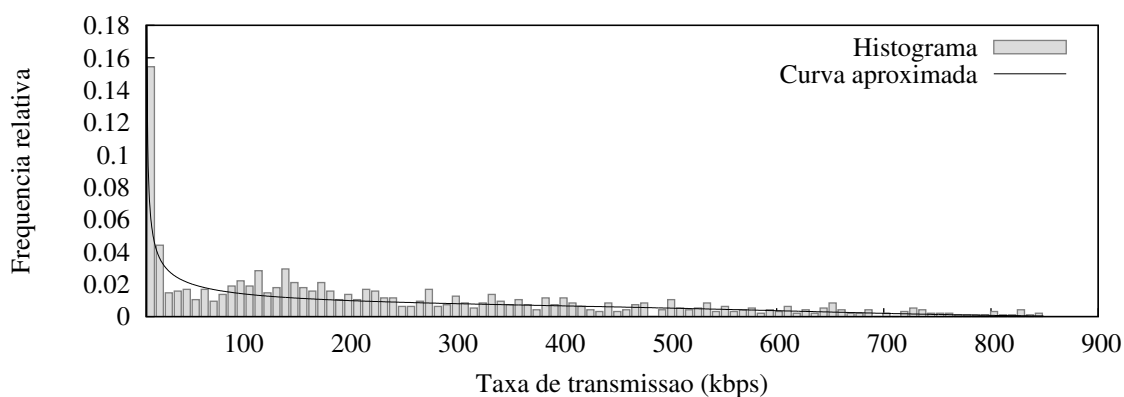


Figura 4.119: Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado pelo Sopcast

tiva curva de aproximação. É possível constatar que o histograma tem as primeiras ocorrência logo muito próximo do zero, ocorrências essas que atingem uma frequência relativa bastante elevada face a todas as outras que se deve às várias ocasiões em que o tráfego enviado é de 0 kbps. As restantes ocorrências, a partir de 135 kbps as ocorrências são cada vez menos diminuindo de uma forma bastante gradual até próximo dos 766 kbps mas com ainda algumas ocorrências para lá dos 800 kbps. A distribuição da curva de aproximação ao histograma que melhor se adequa, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, a distribuição Gamma.

A figura 4.120 apresenta os gráficos dos peers que contactaram e o volume de tráfego recebido por hora de forma a que se torne possível fazer a comparação entre estes dados. De notar logo a variação apresentada no número de peers que contactaram por hora onde, dos 100 peers durante as primeiras três horas do teste sobe para os 400 peers aproximadamente pelas 13 horas, muito possivelmente devido à transmissão de um jogo de futebol, chegando mesmo a atingir os 500 peers durante as 15 horas, descendo depois para os 200 peers durante as 17 horas e continuando próximo dos 200 até às 20 horas, altura em que apresenta nova descida terminando o teste com menos de 100 peers a contactarem durante as 24 horas e

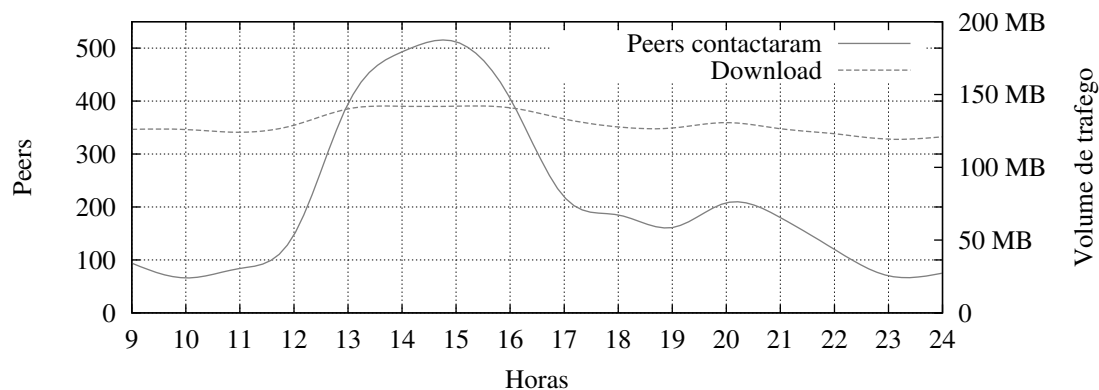


Figura 4.120: "GolTV" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido

última hora de testes.

O volume de tráfego mantém-se entre os 120 e os 150 MB por hora ao longo do teste ao canal GolTV. A variação é mais acentuada quando se dá o aumento abrupto no número de peers que contactaram, ou seja entre as 13 e as 16 horas, dando-se depois nova subida pelas 20 horas, pelo que é possível relacionar os dois gráficos, uma vez que o aumento do volume de pacotes de controlo enviados pelos peers que se desejam ligar à máquina de testes faz com que o volume de tráfego também aumente, mesmo que essa variação não seja muito acentuada já apresenta uma percentagem considerável do tráfego total por hora como se pode ver na figura 4.123.

Como é visível nas figuras 4.120 e 4.121, o período entre as 13 e as 16 horas e depois durante as 20 horas, em que se dá o aumento do número de peers, deve estar directamente relacionado com a transmissão de conteúdos que apresentam maiores audiências e que assim façam com que a procura aumente e como tal o número de peers que contactam e que são posteriormente contactados.

A figura 4.121 junta os gráficos dos peers contactados por hora e do tráfego enviado também por hora. É visível as semelhanças entre ambos o que mostra a sua relação directa. O volume de tráfego ao longo das horas sofre uma variação de quase 200 MB. Começando com volume de aproximadamente durante as duas primeiras horas de teste sobe repentinamente até aos 250 MB no período entre as 13 e as 16 horas, dando-se depois uma descida não tão íngreme como a subida mas que vai até as 19 horas, hora em que tem um volume de tráfego de pouco mais de 50 MB, subindo ligeiramente durante as 20 horas para os 125 MB apresentando nova descida até cerca dos 25 MB durante a última hora de testes.

Relativamente ao número de peers contactados, é evidente a semelhança com o gráfico da

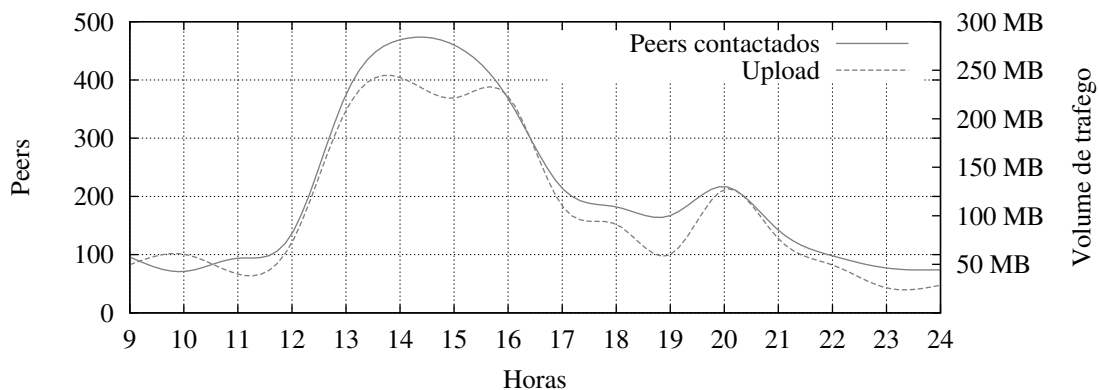


Figura 4.121: "GolTV" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado

figura 4.120. O número de peers apresenta-se próximo dos 100 por hora no período entre as 9 e as 12 horas subindo depois para os 400 durante as 13 horas chegando a estar próximo dos 500 peers durante as 14 e as 15 horas, descendo logo depois durante 4 horas até próximo dos 150 peers, apresentando de seguida nova subida seguida de nova descida até ao fim do teste acabando com menos de 100 peers durante a última hora.

As figuras 4.123 e 4.122 apresentam quatro gráficos distintos, correspondentes ao número de pacotes e volume de tráfego enviado e recebido, separados por controlo e dados.

No primeiro gráfico da figura 4.123 é mostrado o número de pacotes enviado por hora separado por dados e controlo. A variação detectada é bastante elevada com horas em que o número de pacotes enviado é de pouco mais que 100000 como às 24 horas e depois com as 14 horas em que foram enviados quase 400000 pacotes, uma variação de quase 300000, o que é bastante elevada, sendo o período entre as 14 e as 16 horas o único em que o número de pacotes foi superior a 300000. No que se refere aos pacotes de controlo, estes apresentam uma variação entre os 100000 e os 200000 pacotes, o que não é de estranhar apresentado que está já o volume de tráfego e o número de peers envolvido. Os pacotes de dados enviados estão entre os 20000 e os 200000 aproximadamente o que mostra a variação do tráfego requisitado ao longo do tempo.

O volume de tráfego apresenta uma variação de mais de 200 MB o que mostra a diferença de peers que receberam tráfego da máquina de testes ao longo do tempo uma vez que esse tráfego foi de menos de 50 MB em algumas horas e chegou quase aos 250 MB durante as 14 horas. Apesar desta grande variação no volume de tráfego, o tráfego originado pelos pacotes de controlo apresenta o tamanho bastante pequeno, sempre abaixo dos 15 MB não mostrando grandes variações, o que mostra também a linearidade do tráfego recebido. Quanto ao tráfego enviado este apresenta grandes oscilações, começando próximo dos 50 MB durante as quatro primeiras horas de teste subindo depois para mais de 200 MB ao longo das quatro horas

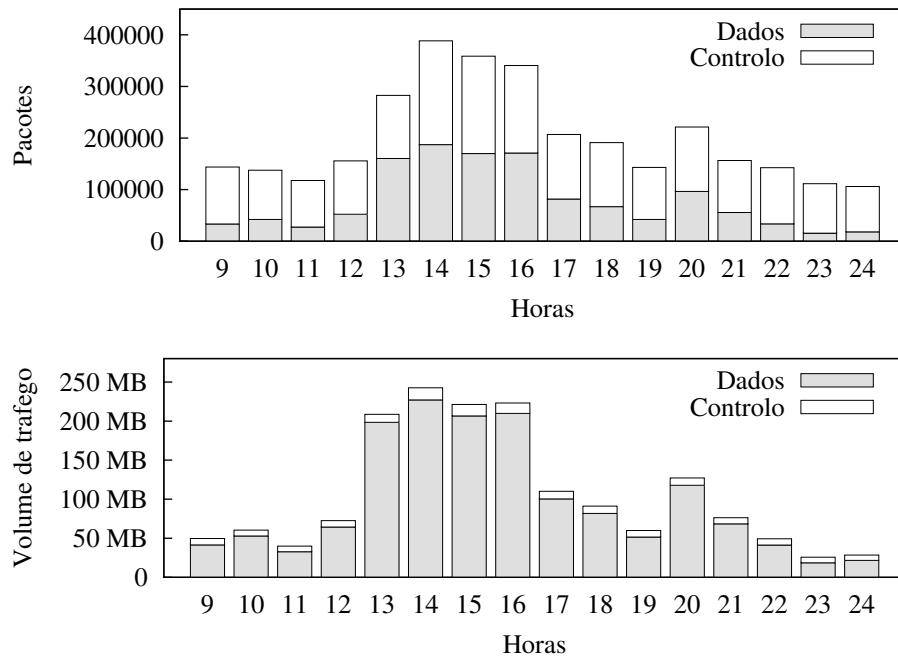


Figura 4.122: "GolTV" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo

seguintes, voltando a descer novamente até as 19 horas, apresentando novo pico pelas 20 horas com mais de 120 MB voltando a descer novamente até ao final das 16 horas de teste ao canal GolTV.

Os gráficos dos pacotes e volume de tráfego recebidos ao longo das 16 horas de teste são mostrados na figura 4.122. Quanto ao número de pacotes recebido é visível uma grande variação ao longo do tempo derivada aos pacotes de controlo recebidos, que estão directamente ligados aos pacotes de dados enviados pela máquina de testes. A variação dá-se entre os 130000 e os 370000 pacotes por hora aproximadamente, onde o período de maior recepção se situa entre as 13 e as 16 horas existindo ainda outro pico pelas 20 horas à semelhança do que aconteceu em 4.123 com os pacotes de dados enviados. No que refere aos pacotes de controlo, apresentam uma grande variação vai dos 100000 aos 270000 pacotes por hora aproximadamente onde, por outro lado e como seria de esperar, os pacotes de dados recebidos apresentam-se muito constantes ao longo do tempo com o seu número a ficar sempre muito próximo dos 100000 pacotes por hora.

Relativamente ao volume de tráfego recebido, a sua variação situa-se entre os 120 e os 150 MB por hora onde o período de maior volume é entre as 13 e as 16 horas impulsionado pelo elevado número de pacotes de controlo recebidos. O tráfego de dados recebido apresenta-se muito constante ao longo de todo o tempo estando sempre um pouco acima dos 115 MB por hora. Quanto ao tráfego recebido proveniente de pacotes de controlo este é residual face ao

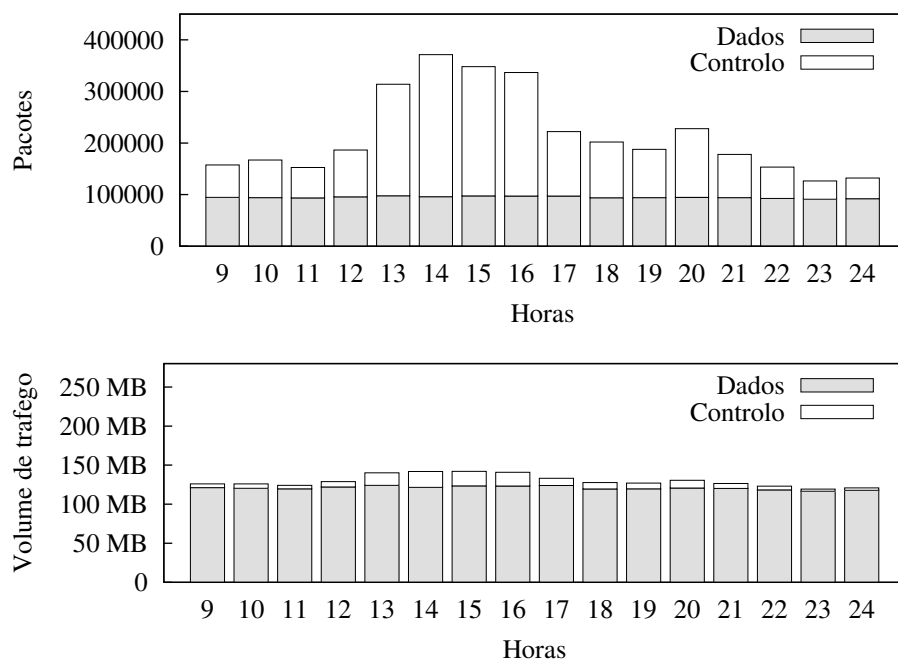


Figura 4.123: "GolTV" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo

volume de tráfego de dados durante quase todas as horas, excepção feita para o período entre as 13 e as 16 horas em que este tráfego já é algo considerável.

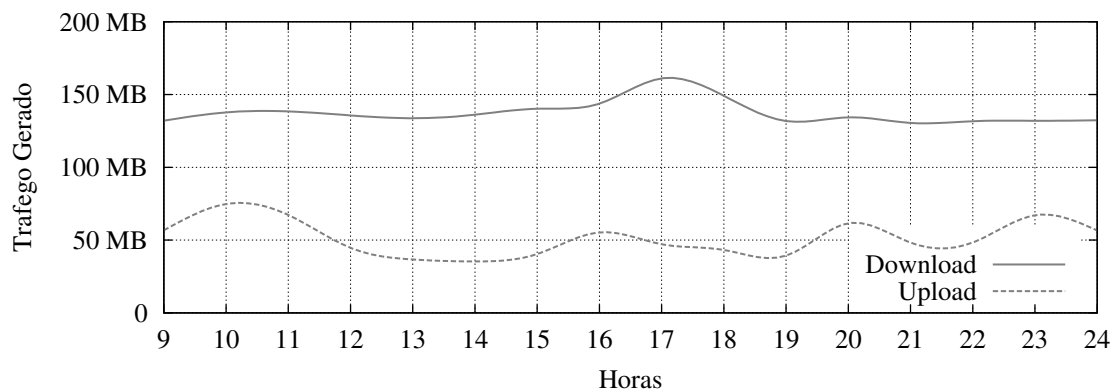


Figura 4.124: "Sky News" - Tráfego efectuado ao longo do tempo

4.2.3 TVants

Para a análise do funcionamento do programa TVants fez-se uso do canal Sky News, o canal britânico de notícias também testado no programa TVU player. A visualização do canal Sky News através do programa TVants apresentou, através dos pacotes capturados, um total de 99.39% de pacotes UDP e uns quase insignificantes 0.43% de tráfego TCP, uma relação ainda mais díspar do que acontecia com os programas TVU player e Sopcast que apresentavam ainda cerca de 5% de tráfego TCP.

Sky News

O gráfico da figura 4.124 apresenta o tráfego enviado e recebido por hora ao longo das 16 horas de teste feitas utilizando o canal Sky News no programa TVants. O volume de tráfego recebido apresenta uma pequena variação que vai entre os 130 e os 160 MB por hora aproximadamente e que o máximo de 160 MB é atingido durante as 17 horas, único período em que o volume de tráfego sai da sua velocidade quase constante verificada ao longo do teste. No tráfego enviado a velocidade média localiza-se pouco acima dos 50 MB por hora e apesar dos picos visíveis durante as 10, 16, 20 e 23 horas este foi o teste de P2P IPTV em que o tráfego enviado apresentou valores mais constantes, com uma variação que se deu entre os 40 e os 80 MB por hora aproximadamente.

A figura 4.125 tem representada o gráfico que corresponde ao tráfego recebido durante as 16 horas de teste em intervalos de um minuto. A variação sofrida ao longo do tempo é de pouco mais de 140 kbps sendo que, durante a maior parte das horas esta variação está na casa dos 55 kbps. O tráfego mantém-se bastante constante ao longo do tempo, com uma média aproximada de cerca de 310 kbps, com excepção para o período entre as 17 e as 19 horas aproximadamente, em que sofre primeiro um aumento considerável, andando por volta dos 360 kbps até às 18:20 aproximadamente, descendo depois valores próximos dos 300 kbps. Esta alteração, apesar de não ser muito exagerada, não apresenta razão aparente uma vez

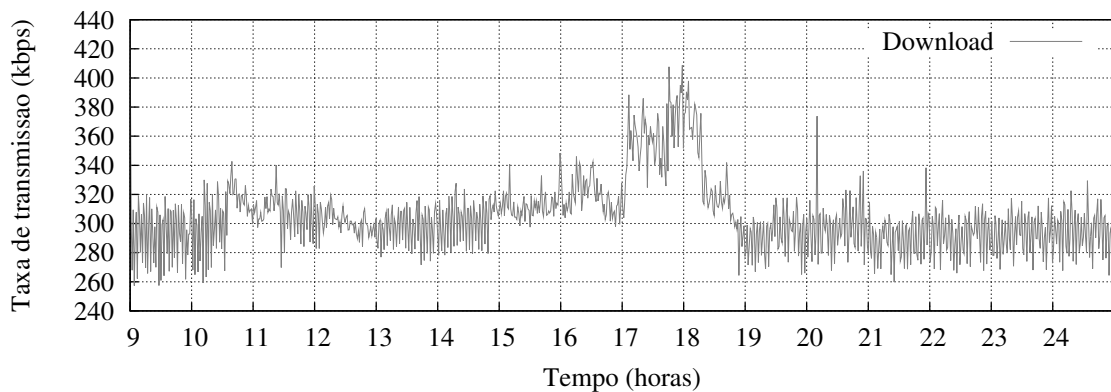


Figura 4.125: "Sky News" - Tráfego recebido por minuto ao longo do tempo

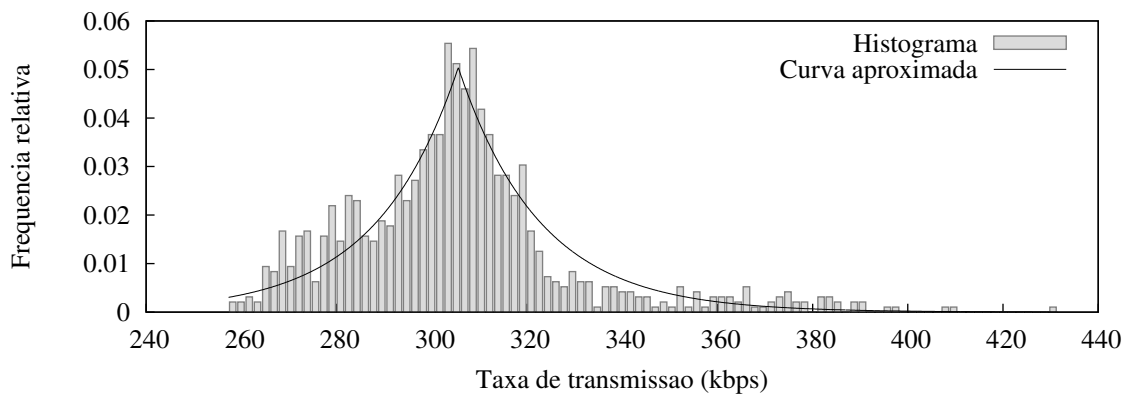


Figura 4.126: Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do TVants

que não se nota nenhum aumento do volume de tráfego enviado em igual período.

O histograma do tráfego recebido pelo programa TVants e a respectiva curva de aproximação estão representados na figura 4.126. Verifica-se que o número de ocorrências vai subindo gradualmente até atingir o pico de ocorrências próximo dos 310 kbps, altura em que começa uma descida mais abrupta que a subida estendendo-se até quase aos 400 kbps, com ocorrências esporádicas até aos 440 kbps aproximadamente. A distribuição que, segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, melhor se adequa ao histograma é a distribuição de Laplace, distribuição só utilizada neste caso uma vez que o tráfego apresentou características únicas comparativamente com os outros histograma. A curva de aproximação ao histograma do tráfego recebido apresentou um pico central devido ao elevado número de ocorrências verificadas nesse intervalo face aos restantes.

O gráfico da figura 4.127 apresenta o volume de tráfego enviado pela máquina de testes ao longo do tempo com uma amostragem de um minuto. Apresenta-se com resultados atípicos face aos restantes dados relativos ao tráfego enviado uma vez que não sofre grandes variações ao longo das horas, sendo que apresenta uma variação de apenas 130 kbps na maior parte

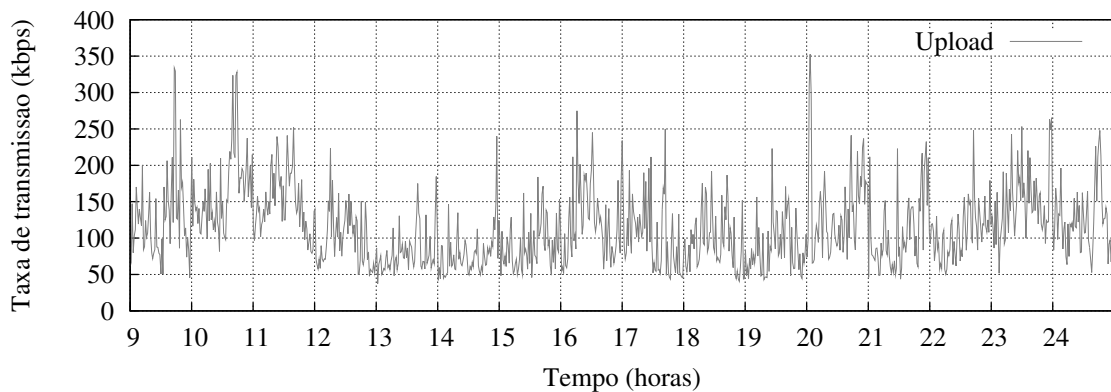


Figura 4.127: "Sky News" - Tráfego enviado por minuto ao longo do tempo

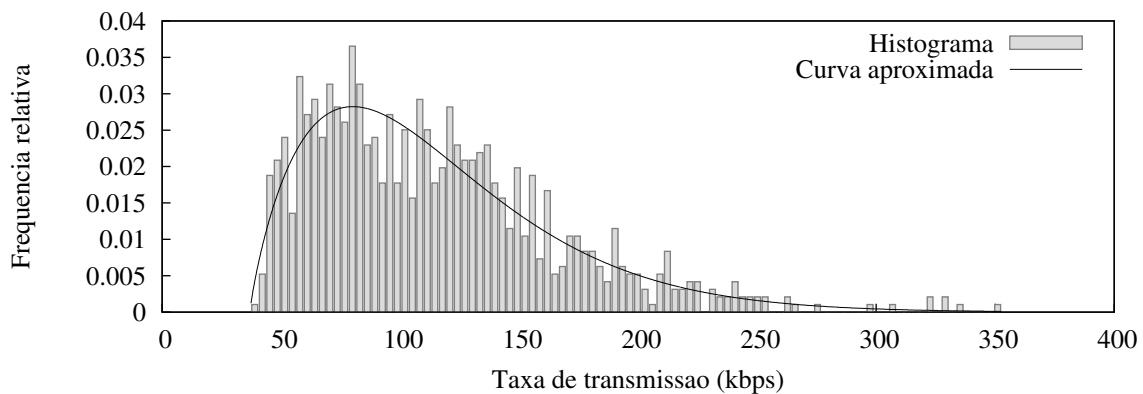


Figura 4.128: Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado pelo TVants

dos casos, mantendo-se entre os 70 e os 200 kbps, salvo algumas exceções em que o tráfego vai para os 270 kbps chegando mesmo a atingir os 340 kbps. De referir que o período inicial é o mais instável onde surge uma maior variação até cerca das 12 horas sendo que depois se apresenta relativamente constante sem variações muito acentuadas ou de relevância.

A figura 4.128 apresenta o histograma do tráfego enviado ao longo do tempo e respectiva curva de aproximação. A curva de aproximação apresenta um formato de sino, onde o lado esquerdo se mostra muito curto onde as ocorrências se iniciam perto do 400 kbps atingindo o seu pico próximo dos 70 kbps. A curva apresenta um grande enviesamento para a direita chegando com ocorrências continuadas até próximo dos 270 kbps tendo depois ocorrências esporádicas para além dos 340 kbps. Segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov, a distribuição da curva que mais se aproxima do histograma obtido é a distribuição gama.

A figura 4.129 junta os gráficos correspondentes aos peers que contactaram e ao volume de tráfego recebido por hora de forma a tentar relacioná-los. Relativamente ao número de peers, este varia ao longo das 16 horas de teste entre os 45 e os 100 peers aproximadamente. Estes valores são pequenos face aos valores obtidos nos restantes testes de P2P IPTV o que pode

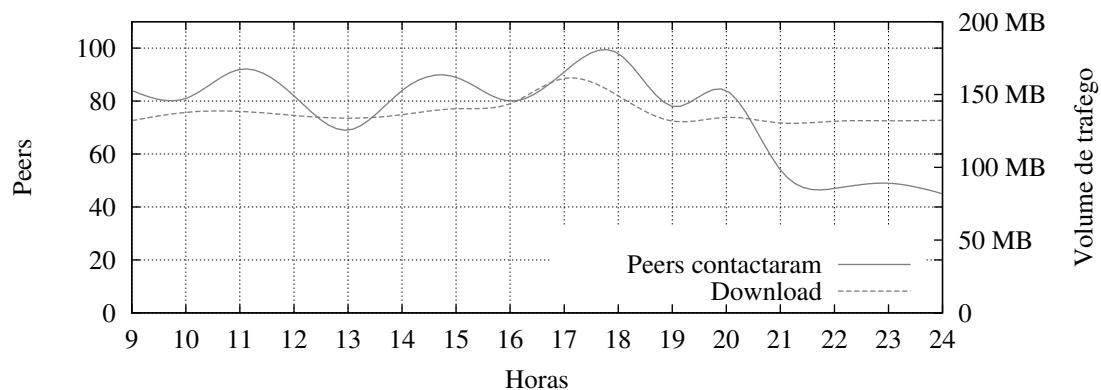


Figura 4.129: "Sky News" - Comparação entre os peers que contactaram e o tráfego recebido

querer mostrar uma fraca procura do canal por parte dos outros utilizadores do programa TVants uma vez que o tráfego enviado também não se mostrou muito elevado como se observa em 4.124. Os peers que contactaram andam próximo dos 80 peers por hora até às 20 horas, baixando depois para valores próximos dos 50 peers até ao final do teste, onde o maior valor é obtido no pico verificado pelas 18 horas, período em que atinge os 100 peers por hora pela única vez. O volume de tráfego recebido apresenta valores constantes ao longo das 16 horas com uma média próxima dos 130 MB por hora, com excepção para as 17 horas em que o tráfego chega aos 160 MB.

Uma vez que a variação do número de peers que contactaram ao longo do tempo é pouca, a variação que se verifica no tráfego recebido devido a este factor também é bastante reduzida, notando-se apenas variações muito pequenas pelas 15, 17, 20 e 23 horas que coincidem com um aumento no número de peers que contactaram nessas horas.

Os gráficos dos peers contactados e do volume de tráfego enviado ao longo do tempo estão representados na figura 4.130. O número de peers contactados por hora ao longo do tempo mantém-se acima dos 35 e abaixo dos 80 ao longo das 16 horas de teste. Começando nos 40 peers por hora até às 17 horas, com excepção para as 13 horas em que este número atinge um valor próximo dos 40, apresenta pelas 18 horas o seu ponto mais alto com pouco menos de 80 peers contactados nessa hora, começando depois este valor a descer até ao final das 24 horas, quando o número de peers fica algo abaixo dos 40, tendo aqui o seu ponto mais baixo. Relativamente ao número volume de tráfego enviado por hora, este situa-se entre os 40 e os 80 MB ao longo de todo o teste. Apresenta o seu valor mais alto pelas 10 horas, apresentando depois picos pelas 16, 20 e 23 horas, os quais não mostram uma ligação evidente ao número de peers contactados apesar de os gráficos apresentarem algumas semelhanças nos períodos entre as 10 e as 13 horas e entre as 20 e as 22 horas, não sendo muito diferentes no restante período de tempo.

As figuras 4.131 e 4.132 mostram os quatro gráficos correspondentes ao número de pacotes

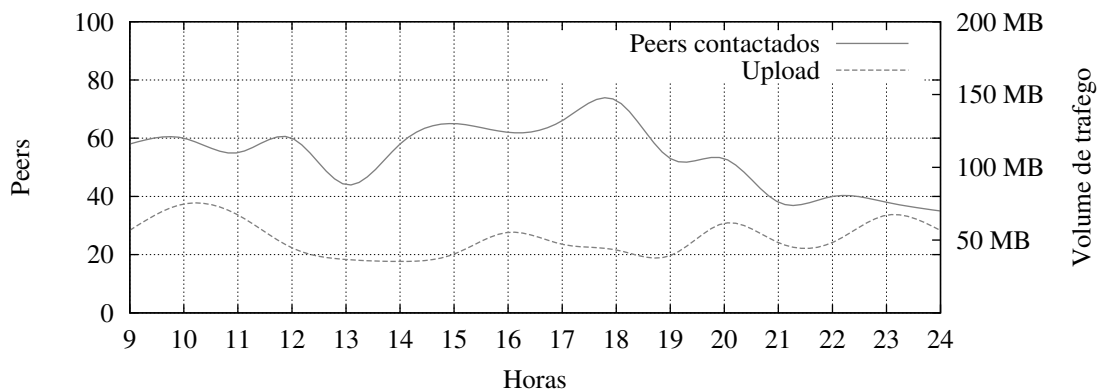


Figura 4.130: "Sky News" - Comparação entre os peers contactados e o tráfego enviado

e volume de tráfego enviado e recebido, divididos em duas classes distintas, dados e controlo.

A figura 4.131 apresenta o gráfico dos pacotes enviados e assim como o do volume de tráfego enviado, ambos separados por duas categorias, pacotes de dados e pacotes de controlo recorrendo ao método explicado em cima. No primeiro gráfico podemos ver o número de pacotes enviado por hora ao longo da duração do teste feito ao programa TVants utilizando o canal Sky News. É possível verificar que o número de pacotes de dados é muito reduzido face ao número de pacotes de controlo o que mostra o tráfego enviado não foi muito significativo face ao tráfego recebido. Os pacotes variaram na maior parte das horas entre os 250000 e os 300000 pacotes com excepção para as 10 e as 16 horas em que o número de pacotes ultrapassa os 300000 e para as 21 e 22 horas em que o número de pacotes é inferior a 250000. Os pacotes de dados são quase residuais face aos pacotes de controlo com excepção feita para as 10, 11, 20 e 23 horas, horas em que o número de pacotes de dados é mais representativo face ao número de pacotes de controlo, sem nunca atingir sequer os 50000 pacotes.

Relativamente ao volume de tráfego por hora, é possível constatar que este se mantém sempre entre os 40 e os 80 MB por hora. Comparando o volume de tráfego correspondente a pacotes de controlo e pacotes de dados verifica-se que o pouco tráfego enviado faz com que, durante o período entre as 12 e as 15 horas, o tráfego dos pacotes de controlo chegue a ser maior que o tráfego dos pacotes de dados pelo que, não é muito comum de se ver, o que mostra a pouca requisição do canal ao computador de testes por parte de outros peers mas onde deve ser assinalado também que pelas 23 horas, num período onde o número de pacotes é o segundo mais pequeno das 16 horas estudadas, o volume de tráfego enviado por hora é o segundo maior. Quanto ao tráfego inerente verifica-se que os pacotes de controlo apresentam no seu conjunto, alguma linearidade ao longo das 16 horas, ao contrário dos pacotes de dados, que apresenta uma grande alternância que apresenta uma variação entre os 15 e os 50 MB

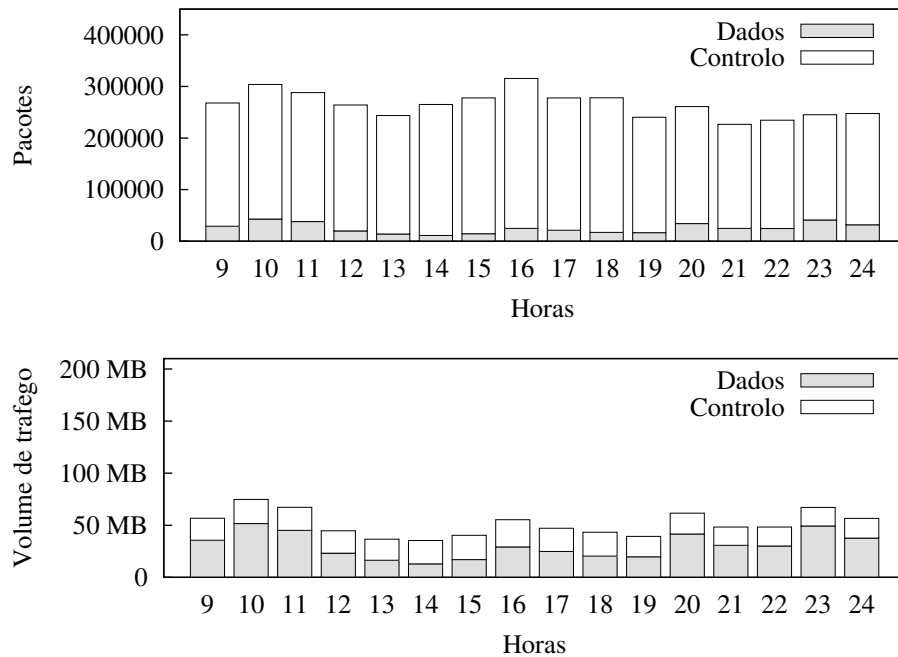


Figura 4.131: "Sky News" - Pacotes e volume de tráfego enviado separados por dados e controlo

aproximadamente onde o período das 10 e das 23 horas apresentam o maior volume de tráfego de dados e que teve nas 16 horas o período com o menor volume de tráfego de dados.

A figura 4.132 junta os gráficos dos pacotes e do volume de tráfego, separados por hora, relativos ao tráfego recebido pela máquina de testes. Tal como aconteceu em outros gráficos de tráfego recebido, estes também se destacam pela sua linearidade. É visível no gráfico dos pacotes de dados e controlo que os pacotes de dados recebidos estão ao longo de todo o teste sempre muito próximos dos 100000 pacotes por hora, ultrapassando este valor apenas pelas 17 e 18 horas, o que prova um maior volume de tráfego de dados, como já tinha sido analisado em 4.124. Quanto aos pacotes de controlo recebidos a variação é maior, tal como seria de esperar dada a falta de linearidade dos pacotes de dados enviados, que estão directamente relacionados com os pacotes de controlo recebidos. A variação dos pacotes de controlo recebidos variam entre os 125000 e os 200000 aproximadamente onde é o período das 16 horas que apresenta um maior número de pacotes recebidos, com um total superior a 300000 durante os 60 minutos.

No segundo gráfico da figura 4.132 temos o volume de tráfego ao longo do teste dividido entre tráfego correspondente a dados e tráfego de controlo. O somatório do volume de tráfego originado por controlo e dados apresenta uma variação bastante reduzida que vai entre os 130 e os 150 MB aproximadamente, com o período entre as 17:00 e as 17:59 a ser o de maior tráfego onde este passa os 160 MB. Relativamente à contagem separada do tráfego, constata-

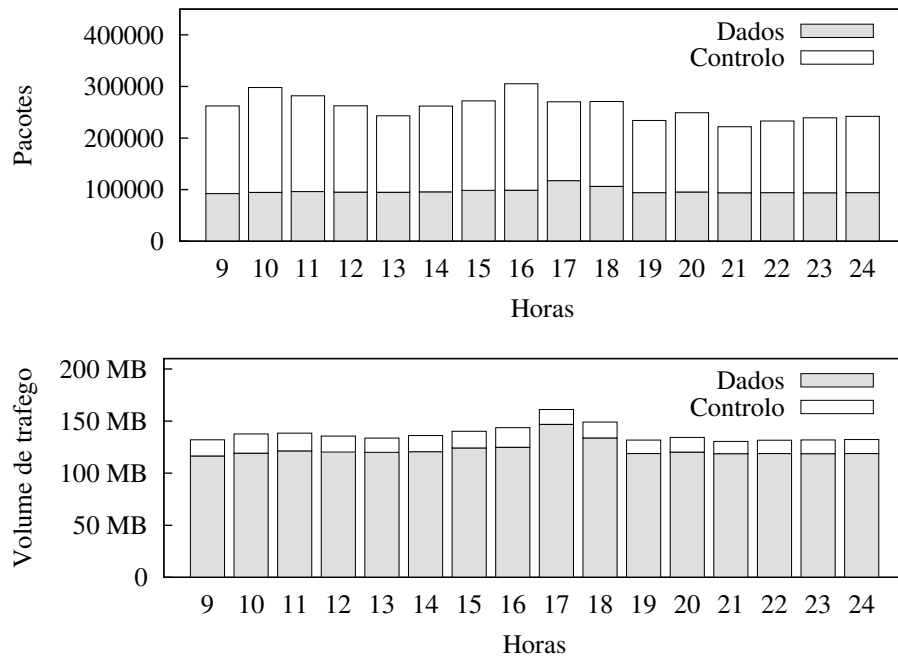


Figura 4.132: "Sky News" - Pacotes e volume de tráfego recebido separados por dados e controlo

se que o volume de tráfego de dados apresenta uma variação muito ligeira entre os 115 e os 150 MB aproximadamente com especial atenção para as 17 horas, e que o volume de tráfego recebido com origem em pacotes de controlo apresenta-se muito constante rondando ao longo das 16 horas os 15 MB de tamanho.

4.3 Video Streaming vs P2P Video Streaming

A comparação do tráfego realizado pelo video streaming e o P2P video streaming começa com a comparação do tamanho total das capturas e dos protocolos utilizados nestes dois serviços. O tamanho total da captura do video streaming durante os 45 minutos de teste foi de cerca de 146 MB, contra os quase 405 MB do P2P, mais do dobro do total obtido para o media streaming convencional. Relativamente aos protocolos utilizados, ambos os serviços apostam no TCP como o protocolo a usar, com mais de 99.5% do total de pacotes nos dois serviços.

Relativamente aos peers com os quais a máquina de testes contacta e é contactada também existe uma grande diferença entre o streaming puro e P2P. O media streaming puro neste teste, como seria de esperar, apresenta um peer com o qual troca a maior parte dos pacotes da captura. Esse peer é o que envia os dados do canal e para o qual são enviados os pacotes de controlo por parte da máquina de testes. Apesar de a captura apresentar outros peers, estes apresentam uma contribuição residual, tanto número de pacotes como dados, o que mostra que é possivelmente tráfego proveniente dos anúncios publicitários presentes no site ao longo de toda a transmissão. Quanto aos peers que foram contactados pela máquina de testes durante o período em que esta esteve ligada por P2P, estes perfazem um total de 360 peers em apenas 45 minutos. Relativamente aos peers que contactaram o computador durante os 45 minutos de testes feitos para o P2P media streaming, o número foi mais reduzido, apenas 277, o que mostra que muitos dos peers que são contactados não retribuem o contacto pois, dos 360 peers contactados, apenas 261 comunicaram.

O gráfico da figura 4.133 compara o volume de tráfego recebido pelo vídeo streaming e pelo P2P vídeo streaming. É possível ver a proximidade entre os dois, uma vez que ambos apresentam valores semelhantes, onde o media streaming tem média de quase 400 kbps e o P2P com aproximadamente 450 kbps.

No que se refere a tráfego enviado é possível verificar pelo gráfico da figura 4.134 que os valores apresentados são bastante diferentes, com a média do tráfego enviado pelo media streaming a ser de apenas 11 kbps em contraste com o valor bastante elevado do P2P que ronda os 540 kbps.

O gráfico da figura 4.135 mostra o histograma correspondente ao tráfego recebido do site Ustream e respectiva curva de aproximação escolhida segundo o teste Kolmogorov-Smirnov que neste caso é feita segundo uma distribuição log-logística. É visível pelo histograma que o maior número de ocorrências acontece perto dos 400 kbps com a curva de aproximação a mostrar um formato de sino com um vasto alongamento e quase simétrico.

O histograma da figura 4.136 mostra uma grande variação na velocidade de recepção de dados para o peer-to-peer streaming para o site Veetle, variação essa que não era analisável

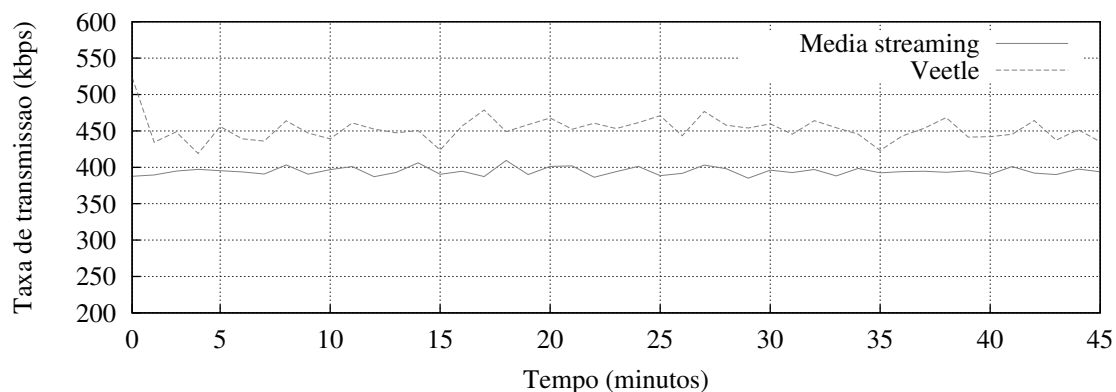


Figura 4.133: Comparação do tráfego recebido por minuto através de Video Streaming e P2P Video Streaming

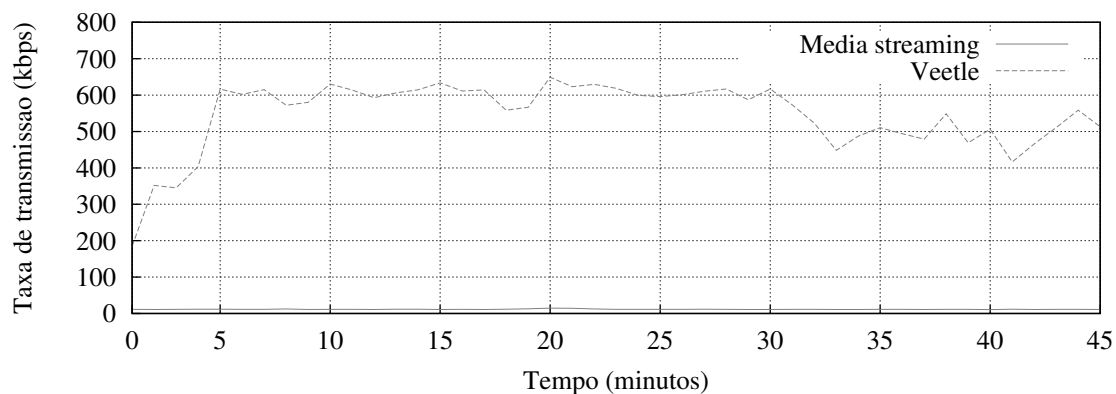


Figura 4.134: Comparação do tráfego enviado por minuto através de vídeo streaming e P2P vídeo streaming

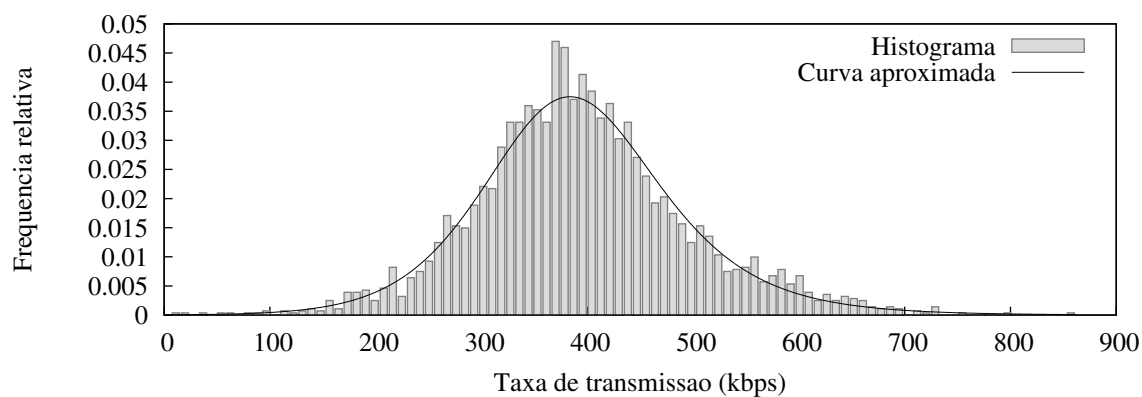


Figura 4.135: Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do vídeo streaming

através do gráfico com intervalo de tempo de um minuto. Apesar de o maior número de ocorrências acontecer entre os 240 e os 560 kbps é de salientar a variação entre os 0 e os

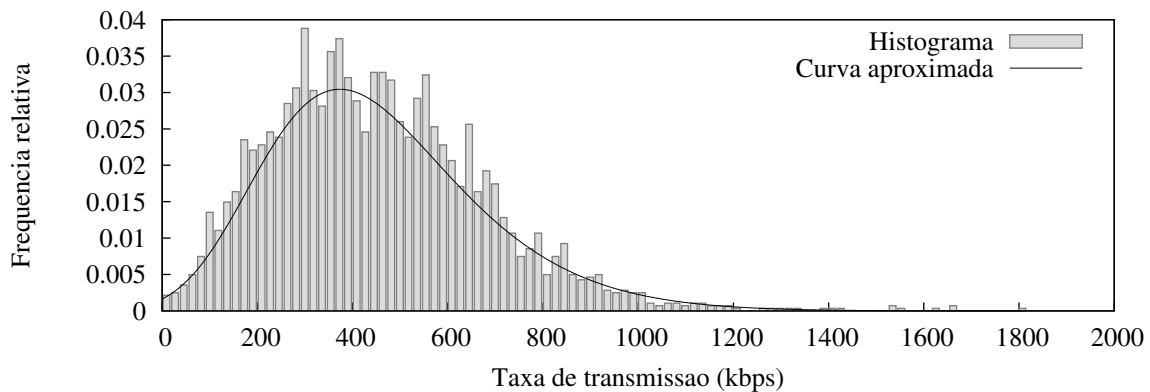


Figura 4.136: Histograma e curva de aproximação para o tráfego recebido do P2P vídeo streaming

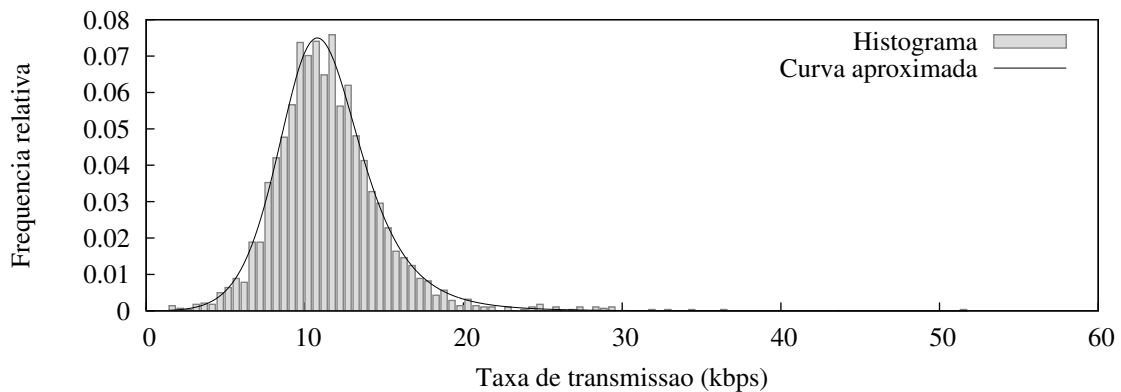


Figura 4.137: Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado do vídeo streaming

1200 kbps com ocorrências esporádicas para além dos 1600 kbps. Esta variação mostra a irregularidade do peer-to-peer streaming face ao media streaming convencional, o que dificulta a caracterização do tráfego. A distribuição da curva de aproximação aconselhada segundo o teste Kolmogorov-Smirnov é a distribuição da teoria do valor extremo, apresentando um maior enviesamento para a direita uma vez que parte dos 400 kbps até cerca dos 1360 kbps.

O gráfico da figura 4.137 mostra o histograma e respectiva melhor curva de apresentação segundo o teste Kolmogorov-Smirnov para o tráfego enviado aquando do teste no site Ustream que neste caso foi, tal como para o tráfego recebido, a distribuição log-logística. É notória a minúscula variação da velocidade de envio de pacotes, sem comparação com a curva de aproximação da figura 4.137, apenas 24 kbps, com a média próxima de 11.5 kbps. A curva de aproximação apresenta uma forma de sino bastante curta apresentando uma grande semelhança entre ambos os lados.

Por último tem-se o histograma e respectiva curva de aproximação do tráfego recebido através do site Veetle representado na figura 4.138. Apresenta uma variação bastante acentu-

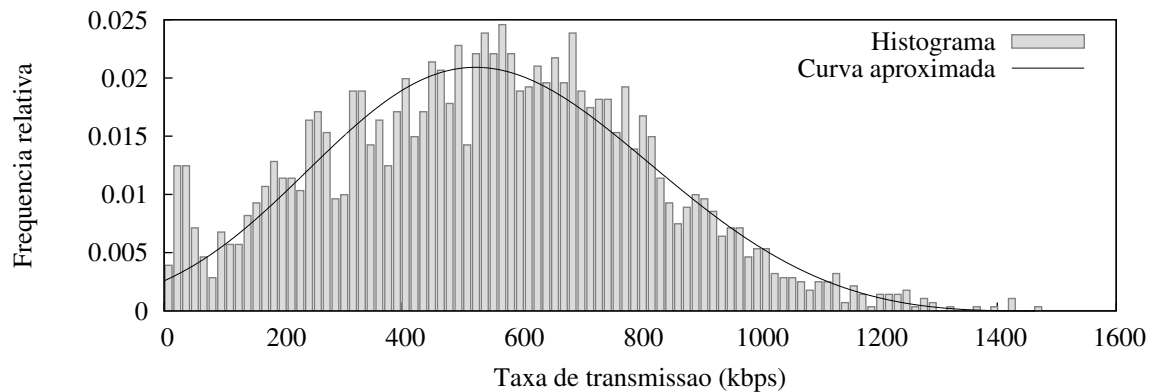


Figura 4.138: Histograma e curva de aproximação para o tráfego enviado do P2P vídeo streaming

ada e irregular pela qual não é possível achar um padrão ou intervalo com maior número de ocorrências. Com uma variação de mais de 1440 kbps, com início nos 0, a curva aproximada correspondente apresenta uma forma bastante alargada onde ambos os lados têm um grande enviesamento, com o maior número de ocorrências a acontecer entre os 560 e os 800 kbps aproximadamente. No que se refere à curva de aproximação ao histograma das ocorrências obtidas a distribuição que melhor se adequa é a distribuição da teoria do valor extremo tal como acontece para a curva de aproximação correspondente ao tráfego recebido pelo programa Veetle.

No que se refere ao atraso da transmissão do jogo relativamente aos dois tipos de serviços a tabela 4.9 apresenta o atraso referente ao tráfego capturado do Veetle e do Ustream pelo que é visível que, apesar de mostrarem um atraso semelhante no início das partes, este atraso vai crescendo no decorrer do tempo para o site Veetle, uma vez que, como já explicado anteriormente, a desconecção de um peer ou mais peers que se encontrem mais altos na hierarquia da transmissão fará com que a máquina de testes, se estiver a receber tráfego destes peer, pare a transmissão até encontrar novos peers que possam fornecer os dados.

Site	Início	Fim
Veetle	1 minuto	2 minutos
Ustream	1 minuto	1 minuto

Tabela 4.9: Atraso na transmissão do Veetle e Ustream

Capítulo 5

Conclusões

As conclusões são divididas em duas partes, media streaming e P2P IPTV, pelo que seria ilógico estar a fazer a comparação entre eles directamente, uma vez que são tecnologias bastante distintas e não se substituem. É apenas feita a comparação para o vídeo streaming e P2P vídeo streaming uma vez que podem ser utilizados com o mesmo propósito.

5.1 Media Streaming

O media streaming é hoje em dia um dos recursos mais procurados e utilizados na Internet, estando disponível sobre a mais variada forma e apresentando um lote muito grande de opções. É actualmente possível encontrar o media streaming em quase tudo.

Aquando da análise do tráfego capturado proveniente dos sites de media streaming surgiu logo a questão do media streaming puro e do falso media streaming, streaming esse que foi de seguida renomeado como video sharing, este género de tráfego surgiu sobretudo nos sites de partilha de vídeos, não devendo ser denominado como media streaming uma vez que a sua forma de distribuição dos conteúdos apresentou contornos diferentes do denominado media streaming convencional. Uma das principais características do media streaming é o facto de, a partir de uma fonte de som ou vídeo, ser possível fazer uma transmissão continuada para um ou mais utilizadores espalhados pela rede, sendo que essa transmissão é feita a uma velocidade quase constante, não tendo em conta os recursos do receptor e que poderá ser unicast utilizando várias ligações ou multicast sendo feita exclusivamente utilizando uma ligação. Por seu lado o video sharing caracteriza-se por ser a partilha de vídeos num determinado local on-line, em que os vídeos são descarregados num servidor que mais tarde poderá fazer a partilha desse mesmo vídeo mas utilizando para cada receptor uma ligação distinta e que pode variar de velocidade e qualidade, dependendo das opções escolhidas pelo utilizador e dos recursos que o servidor e cliente tenham disponíveis. A transmissão poderá não ser constante e apresentar inclusive bastantes intervalos dependendo da política do site.

No estudo do video sharing os sites que apresentaram, segundo esta dissertação, as melhores características foram o Youtube e o Vimeo que por sinal são provavelmente os dois sites mais utilizados na partilha e visualização de vídeos. Começando pelo Youtube, foi o site que maior variedade de opções apresentou assim como uma das melhores qualidades de imagem. É um site que já permite a visualização dos vídeos em 1024 por 720 assim como múltiplas opções em termos de criação e visualização de listas de reprodução. Relativamente ao tráfego recebido apresentou um bom esquema de envio de tráfego que não sobrecarrega o sistema. O envio do tráfego é, numa fase iniciada mais avultado de forma a carregar no buffer do vídeo uma pequena parte do mesmo de forma a que este não pare, sendo depois o tráfego enviado de forma quase paralela à transmissão do vídeo no computador apresentando apenas um pequeno avanço em buffer. No caso de se querer avançar no vídeo para uma parte ainda não carregada o funcionamento é idêntico pelo que será novamente feita uma transferência maior para encher o buffer continuando depois de forma mais suave. Esta forma de transferência é a que mais rapidamente põe o vídeo a correr e que menos carrega o sistema dando assim a melhor experiência possível ao utilizador que queira ver o vídeo completo. O único ponto negativo ocorre quando queremos avançar no vídeo e este tem de parar para poder carregar novamente.

O site de video sharing Vimeo apresenta várias opções disponíveis ao utilizador bem como diferentes características quer seja um utilizador profissional, sujeito a uma taxa, ou utilizador doméstico. Pode apresentar uma qualidade de imagem em alta definição se o vídeo assim o permitir. Quanto ao fluxo de tráfego, o Vimeo apresentou-se bastante irregular na transferência de dados, mas sempre com gamas de valores não muito altos pelo que, tanto a transmissão dos vídeos em qualidade normal como em alta definição, não apresentam problema relativamente ao uso de outros serviços que necessitem de ligação à Internet em paralelo. O Vimeo não faz o carregamento imediato do buffer assim que o vídeo é pedido, ao contrário do youtube, pelo que o início da transmissão atrasa por vezes alguns segundos, consoante o tamanho do vídeo e a qualidade em que este está a ser visualizado. Em vídeos muito grandes o Vimeo tende por vezes a corrigir o tamanho do buffer, pelo que cria aumentos ou reduções na taxa de transferência. Outra das particularidades do Vimeo é o facto de agir de diferentes formas consoante o número de visitas, pelo que se concluiu com as capturas efectuadas a vídeos com número de visualizações bastante diferentes que, quando os vídeos têm muitas visualizações, o seu carregamento é feito de forma mais lenta e quando o vídeo tem um número reduzido de visualizações, o seu carregamento é feito de forma mais rápida. Apresenta-se como um bom site de partilha de vídeos, apenas a apontar o facto de, pela ausência de carregamento inicial o arranque de alguns vídeos poder sofrer atrasos o que leva a períodos de espera que são inconvenientes, pelo que o carregamento inicial do buffer a uma velocidade elevada poderia ser uma boa solução.

O site de partilha de vídeos Daily Motion aparece agora com uma imagem semelhante à utilizada pelo Vimeo, tendo também já disponível qualidade de imagem em alta definição. O Daily Motion apresenta um esquema de transmissão de dados diferente dos demais, pelo que, tal como o Vimeo, tem o seu modo de funcionamento quanto à transmissão dos vídeos baseado no número de visitas que este tem. O site Daily Motion apresenta, para os vídeos com poucas visitas, uma forma muito peculiar de envio de dados pelo que, fazendo uso do buffer, faz carregamentos esporádicos de forma a que quando o buffer está a um determinado nível, próximo de ficar vazio, carrega-o novamente, deixando de enviar pacotes, até este estar a esse nível novamente. Para os vídeos com um grande número de visitas, a forma de operar do Daily Motion é semelhante à do Vimeo. O Daily Motion apresenta, tal como o Youtube, um carregamento inicial do buffer, pelo que reduz assim o período inicial de espera pelo vídeo. Desta forma o Daily Motion apresenta-se como uma boa alternativa ao Youtube e ao Vimeo tendo como desvantagem mais crítica o seu carregamento do buffer para vídeos com poucas visitas uma vez que, por vezes, este método pode fazer com que o vídeo apresente paragens aquando do esvaziamento do buffer até que comece a carregar novamente.

O Sapo Vídeos apresenta o pior layout e performance de todos os sites de partilha de vídeos estudados. É um site que funciona de maneira bastante simples e onde não é utilizado buffer pelo que o vídeo é carregado na sua totalidade para o computador, independentemente do número de utilizadores ou tamanho total do vídeo. O facto de o vídeo ser carregado todo de uma só vez faz com que, apesar de ser um período curto de tempo, há um intervalo em que o site está a fazer uso da máxima largura de banda que lhe for permitida pelo que pode condicionar outros serviços que estejam a aceder à Internet em simultâneo. É, por todos os factores enunciados anteriormente, o pior site de partilha de vídeos analisado, sendo mesmo assim bastante utilizado pois é o único site do género em língua portuguesa e uma vez que se encontra anexado ao site Sapo, pelo que lhe estão confiados todos os conteúdos em vídeo do Sapo e seus associados.

O site de video sharing de conteúdo pornográfico Redtube apresenta, em termos de envio de tráfego um esquema semelhante ao que foi visto no Youtube, onde é feita uma transferência de pacotes inicial elevada para assim carregar o buffer descongestionando em seguida a rede através de um download mais lento. O vídeo é carregado na sua totalidade um pouco antes do final da transmissão do filme, sendo que isto é melhor observável em vídeos de duração mais longa. Os vídeos apresentam uma taxa de transferência muito constante, sobretudo nos de longa duração, aproximadamente sempre à mesma velocidade mesmo com diferentes tipos de tamanhos de vídeo.

O site Apple Trailers partilha vídeos que são trailers de filmes sendo desta forma diferente de todos os outros sites de video sharing analisados. O Apple Trailers apresenta duas qualidades de visualização, normal e em alta definição, pelo que apresenta uma velocidade de transmissão quase constante ao longo do tempo para ambas as qualidades e onde, na maioria das vezes, o carregamento da totalidade do vídeo é feito em menos de metade do tempo de duração do mesmo. O site de trailers da Apple não apresenta nenhuma desvantagem crítica a assinalar uma vez que apresenta um funcionamento correcto e sem falhas, onde o único ponto que poderia ser modificado era a imposição de velocidades de transferência de dados diferente, para qualidade normal e para alta qualidade o que, a ser implementado, aliviaria a ligação, sendo os trailers em qualidade normal carregados a uma velocidade inferior aos vídeos em alta qualidade, alargando assim o período de transferência de dados e respectiva redução na taxa de download.

O audio streaming apresenta um volume de tráfego bastante inferior ao verificado no video streaming uma vez que o audio pelo que, independentemente da forma como é transmitido, não trará grandes encargos à ligação à rede nem apresentará um volume de tráfego exagerado, mesmo que o serviço seja usado por bastante tempo.

A rádio TSF apresenta uma velocidade de transferência constante a uma média de quase 40 kbps e com um total de 9.2 MB de tráfego durante os 30 minutos de teste pelo que o protocolo mais utilizado é o TCP com aproximadamente 95% do tráfego contra apenas 5% de tráfego UDP.

A rádio RFM apresenta valores semelhantes aos obtidos para a rádio TSF uma vez que cerca de 95% do tráfego é TCP, apresenta um total de 11,2 MB de tráfego recebido durante os 30 minutos de transmissão e com uma média de 48 kbps.

A rádio Nova Era apresentou os valores mais elevados, com 16.2 MB de tráfego originado, a uma média de cerca de 72 kbps e onde o protocolo mais utilizado foi novamente o TCP com novamente cerca de 95% do tráfego contra 5% de UDP.

O site Last.fm apresenta as rádios temáticas que na verdade não funcionam exactamente da mesma forma das outras rádios online estudadas uma vez que, apesar do fluxo de tráfego ser muito semelhante, este não é audio streaming puro, uma vez que o envio de dados não é constante ao longo de todo o período de tempo e também uma vez que não existem dois utilizadores em simultâneo a receber os mesmos pacotes de dados. Isto é visível pois à medida que cada utilizador entra, a rádio é iniciada para si, começando a música do início. O outro aspecto está relacionado com o fim das músicas, onde durante alguns segundos a transferência

de ficheiros para mas a música não, carregando o buffer logo depois que a música termine a fim de passar a próxima música. As Rádios pop e rock obtiveram resultados idênticos, mostrando que a taxa de transmissão é semelhante, com uma média de 192 e 176 kbps respectivamente. O protocolo mais utilizado é novamente o TCP com aproximadamente 87% do tráfego contra os cerca de 13% de tráfego UDP.

5.2 P2P IPTV

O P2P IPTV é um conceito relativamente recente criado com o intuito de proporcionar aos utilizadores domésticos da Internet a possibilidade de criarem os seus próprios canais, a fim de conseguirem transmitir facilmente os seus conteúdos ou os conteúdos de terceiros. Apesar do objectivo inicial passar pela facilitação da divulgação de conteúdos pessoais, rapidamente os programas de P2P IPTV começaram a ser usados indevidamente, sobretudo para a difusão de canais até aí só existentes via televisão convencional. Começou a ser assim possível a uma pessoa em qualquer parte do mundo assistir a um canal televisivo apenas disponível para uma certa região do globo ou até mesmo um canal geralmente pago na televisão convencional pode começar a ser visto em sinal aberto na Internet através dos programas de P2P IPTV.

O P2P IPTV tem cada vez mais admiradores pelo mundo fora e isso deve-se às características únicas que esta tecnologia apresenta. As vantagens mais relevantes do P2P IPTV prendem-se sobretudo pela sua incrível disponibilidade. A vantagem mais flagrante é a possibilidade de aceder a todos os canais disponíveis nestes programas em qualquer parte do mundo, ao contrário da TV convencional que apenas permite a sua visualização nas regiões disponíveis, por exemplo só é possível aceder à RTP 1 em Portugal continental e através do programa TVU Player já é possível ver o canal RTP 1 em qualquer local do mundo com uma ligação à Internet de banda larga. Outra das vantagens é a grande diversidade de canais, que não poderá ser encontrada em mais nenhum programa ou serviço, uma vez que nem mesmo a televisão por cabo ou satélite dispõe de uma variedade tão grande de canais.

Por outro lado o P2P IPTV está ainda longe de poder substituir a TV convencional pois ainda várias falhas que não acontecem em outras tecnologias. Algumas das desvantagens do P2P IPTV são o seu arranque inicial bastante lento, a qualidade de imagem, os paragens na imagem, o atraso na transmissão e o volume de tráfego utilizado. Começando pelo seu arranque, não fazendo referencia ao arranque do computador e partindo do princípio que este já está ligado, o acesso aos programas e aos canais até se faz de forma relativamente rápida, o maior problema está mesmo no arranque do canal propriamente dito, desde que carregamos no canal até começarmos a ver a transmissão, um atraso que é por vezes escondido pela apresentação de um anúncio publicitário sendo esta uma forma lucrativa e dinâmica de ocultar o tempo de carregamento do buffer. A qualidade da imagem deixa na maioria dos casos

bastante a desejar. Apesar de estar ainda dentro dos padrões admissíveis e não ficando atrás da maioria do media streaming existente tem, relativamente a outras opções, como a TV por cabo ou satélite uma resolução e refrescamento bastante maus, não se mostrando assim uma alternativa à altura, isto sem fazer referencia às transmissões em alta definição, onde aí até como preview seria uma má opção. Um aumento da qualidade de imagem obrigaria a uma maior taxa de upload que nem sempre está disponível, sendo portanto para já muito difícil ter uma transmissão com uma resolução HDTV com 8 Mbps ou mais por exemplo pois, apesar de ser viável em termos de download, seria uma carga muito elevada para o upload conduzindo a muitas perdas e atrasos na retransmissão, uma vez que a velocidade de upload está bastante abaixo da velocidade de download na maioria das ligações residenciais à Internet. Outro dos problemas dos programas P2P IPTV são as paragens que temos na imagem. É frequente acontecer nestes programas a imagem parar e só voltar a funcionar correctamente alguns instantes depois, isto pode acontecer devido a alguns factores, todos eles relacionados com a ligação que as diferentes aplicações fazem. A causa mais comum destas paragens é a falha de comunicação com os peers que nos estão a fornecer a informação, isto é, se estamos ligados a vários peers que nos estão a enviar dados e algum deles se desconecta passamos a ser alimentados por menos um peer, e os restantes podem, sozinhos, não ter capacidade para transmitir todos os dados necessários a uma correcta transmissão do canal, neste caso seria necessário arranjar outro peer que tivesse disponível para enviar o resto dos dados, uma vez que os peers que se encontravam num nível mais alto que a máquina de testes estariam todos ocupados o programa teria de procurar um peer livre dos últimos níveis, que por sua vez estaria com um grande atraso face aos peers dos níveis mais elevados onde a nossa máquina se encontraria. Isto faz com que quando um peer fornecedor se desconecte não seja imediatamente possível ao utilizador notar pois ainda existirão dados no buffer que serão apresentados, mas logo que deixe de ser possível ver o canal em condições normais o programa congela a imagem, até que sejam encontrados peers que possam substituir o peer perdido. Após a substituição do peer perdido volta a ser possível transmitir a imagem, mas agora com um atraso ainda maior, uma vez que o novo peer estará num nível muito abaixo dos outros e só receberá os dados depois de estes também os poderem transmitir, alguns instantes depois. É natural neste género de programas que ao iniciar por exemplo a transmissão de um jogo de futebol, e partindo do princípio que o computador estava conectado no início da partida, os 45 minutos reais que demoraria uma parte do jogo, tenham durado no nosso computador 47 minutos por exemplo, uma vez que a perda de peers e a sucessiva paragem na transmissão atrasa o normal decorrer do tempo. Não será fácil criar uma solução para esta falha uma vez que quando um peer se desconecta, todos os peers no seu nível já estarão a transmitir informação para os níveis abaixo. O aumento do tamanho do buffer não será uma boa solução pois, mesmo que a imagem não congele tantas vezes, o atraso da transmissão será maior, o que pode também não ser aceitável. Este atraso na transmissão televisiva é outra das grandes desvantagens do P2P

IPTV relativamente à TV convencional e até ao media streaming. Para além da habitual latência na ligação que também ocorre no media streaming, no caso do P2P IPTV esta tenderá a ser sempre superior uma vez que o percurso servidor-cliente poderá, consoante o nível em que esteja o cliente, ter de ser realizado várias vezes com os clientes que recebem os dados a fazerem de servidores e a enviar também eles tráfego para os níveis inferiores. Desta forma o atraso será calculado como sendo a soma do tempo em que é feita a conversão do sinal televisivo até estar pronto a enviar, no caso de os conteúdos a transmitir ainda não estarem no computador, e depois a latência da ligação entre o primeiro servidor até ao visualizador do cliente, tendo em conta todos os possíveis níveis que sejam precisos passar. Este atraso chega por vezes a ser de mais de 5 minutos, um atraso que não trará problemas no caso de canais que disponibilizam vários tipos de conteúdos como documentários, reportagens, filmes, etc, mas que serão exagerados no caso de transmissões ao vivo de eventos desportivos por exemplo, imagine-se uma corrida de cavalos que tem duração de cerca de três minutos, que começa e acaba antes de os utilizadores deste tipo de programas poderem ver alguma coisa. Não parece haver uma forma de contornar este problema, mesmo que o conteúdo a difundir já esteja no peer que fará a primeira transmissão, e que não seja necessário fazer a conversão TV-computador, a latência tenderá sempre a ser enorme para os peers nos níveis mais baixos. A única forma de solucionar, em parte, este problema seria a utópica distribuição dos conteúdos a partir de vários peers, como acontece nas redes P2P com a partilha de dados.

O volume de tráfego que é enviado e recebido por consequência da visualização de um determinado canal está sujeito a três condicionantes que são o bitrate do canal, a quantidade de peers que estão ligados e o volume total de dados. Relativamente ao bitrate do canal, nada há a fazer do ponto de vista da tecnologia P2P IPTV uma vez que este factor está directamente relacionado com a qualidade do canal, onde para se ter uma melhor qualidade é obrigatoriamente necessário ter um maior bitrate, tal como acontece em todas as tecnologias inclusive no media streaming mas actualmente em Portugal este não será um problema de maior, uma vez que a velocidade de download disponibilizada pela maioria dos ISPs permite uma recepção perfeita dos canais, mesmo que estes apresentem um bitrate muito alto devido a sua qualidade, o que não colocará desta forma em causa o correcto acesso à Internet de outros programas e serviços. No que diz respeito aos peers ligados ao nosso computador, a fim de receberem os dados para conseguirem visualizar determinado canal, este poderá ser um grave problema, uma vez que os acessos à Internet nacionais apresentam por norma uma taxa de upload muito reduzida face à taxa de download o que, mesmo a servir um pequeno número de peers, já faz com que a ligação fique saturada inviabilizando o correcto funcionamento do canal e de outras aplicações que também façam uso da ligação. Por último temos o volume total de tráfego que, no caso de o programa P2P IPTV estar ligado várias horas por dia, poderá fazer com que os limites impostos pelo ISP sejam ultrapassados levando ao

pagamento do tráfego adicional a peso de ouro. A solução para estes problemas com o volume de tráfego passariam pela utilização de uma ligação que possibilitasse transferências de dados ilimitadas, o que tornará a ligação mais dispendiosa; uma redução no número de peers que se ligam controlada pelo programa P2P, de forma a não cobrir a totalidade da taxa de upload, o que fará também com que haja menos peers disponíveis para a distribuição de conteúdos ou em alternativa o uso de ligações simétricas nos dois sentidos como por exemplo uma ligação SDSL, algo que é mais difícil uma vez que estas ainda são raras pelos utilizadores domésticos visto serem muito dispendiosas.

Apesar dos vários programas P2P IPTV existentes todos tendem a ser compostos sobretudo por canais asiáticos, o único programa que tenta combater essa tendência é o TVU Player, que apresenta centenas de canais europeus e americanos. Em termos de opções o TVU Player é o que se mostra mais simples e funcional mas também onde faltam mais opções, onde seria desejável um menu para utilizadores mais avançados onde se pudessem escolher outro tipo de opções como portas de comunicação, controlo do tráfego enviado, qualidade de imagem, etc. Os outros programas analisados, apesar de possuírem mais opções de controlo do programa apresentam ainda uma interface pouco actual e com pouca usabilidade o que também torna os programas menos apelativos, apesar do maior número de opções que têm face ao TVU Player. Em relação ao suporte oferecido, o TVU Player é também o melhor, uma vez que apresenta um site bem conseguido onde é possível saber mais sobre o programa, obter ajuda para resolver qualquer problema que possa surgir e onde até é possível visualizar um preview dos canais oferecidos pelo programa. O programa Sopcast também é apoiado por um site que contém as informações principais sobre programa e, tal como o TVU Player, fóruns de discussão sobre o programa, canais, dúvidas, etc. O TVants apresentou-se como o programa com o pior suporte uma vez que não possui um site, pelo que as possíveis dúvidas e questões sobre o programa têm de ser tiradas através da Internet, nos fóruns de discussão existentes sobre P2P IPTV.

Relativamente à caracterização do tráfego do P2P IPTV, seria relativamente fácil conseguir uma distribuição que caracterizasse todo o tráfego recebido analisado sendo para isso, apenas necessário alterar os parâmetros, uma vez que em quase todos os testes realizados se obteve sempre uma curva em forma de sino, mais ou menos compacto conforme os canais apesar de que, no capítulo 4, foram apresentadas várias as distribuições para o tráfego recebido, uma vez que era sempre apresentada a distribuição que melhor se adequava ao tráfego específico. No entanto, a distribuição da teoria do valor extremo ou *extreme value theory* é aquela que, para todos os casos, apresenta um erro de ajuste médio menor.

Já para o tráfego enviado não seria tão fácil fazer uma caracterização que fosse comum

a todos os testes realizados uma vez que apresenta um maior número de variáveis face ao tráfego recebido, como o número de peers que contactam, as horas de maior procura do canal, a popularidade do canal, etc, pelo que, como foi visível no decorrer desta dissertação, todos os canais apresentaram volumes e formas de tráfego enviado bastante diferentes entre si. Para os testes de 16 horas apresentados nesta dissertação talvez a distribuição que melhor se adequaria a maior parte dos os casos analisados seria a distribuição de Pareto, uma vez que, na maioria dos casos o tráfego apresenta-se concentrado próximo de um valor, normalmente baixo, mostrando poucas ou nenhuma ocorrência a taxas de transmissão abaixo desse valor, tendo depois ocorrências espalhadas acima desse valor que vão tendendo para zero à medida que a taxa de transmissão vai subindo. No caso das capturas terem mais tempo penso que também acabariam por tender para uma distribuição com características idênticas às da distribuição da teoria do valor extremo mas, como já foi referido em cima, tudo dependeria da procura pelo canal.

5.3 Media Streaming e P2P Streaming

Com um cada vez maior número de serviços disponíveis na Internet é natural que comecem a aparecer vários serviços diferentes a fim de cumprirem o mesmo objectivo onde é por vezes necessário analisa-los a fundo com o intuito de se perceber qual será o melhor para cada utilizador, quais as vantagens e desvantagens de cada serviço e o custo ou encargos anexados a cada um. Um bom exemplo desta duplicação de serviços é o media streaming convencional e o peer-to-peer streaming pelo que, para além da caracterização do tráfego inerente a cada um destes serviços é feita ainda uma comparação do ponto de vista do utilizador doméstico.

Começando pela finalidade dos serviços de media streaming e peer-to-peer streaming, como já anteriormente referido, ambos foram criados para que os utilizadores domésticos pudessem partilhar os seus conteúdos e/ou de terceiros sem que fossem violados direitos de autor mas, apesar de haver muitos utilizadores que cumprem este requisito de não violação de direitos de autor, muitos outros há que usam estes serviços para transmitir filmes, séries e até eventos desportivos em diferido ou directo, sendo que o objecto deste estudo cingiu-se a este último exemplo uma vez que só assim foi possível ter o mesmo conteúdo nos dois serviços estudados com qualidade aproximada e ao mesmo tempo.

A comparação feita entre o Veetle, cujo tráfego é P2P, e o Ustream, que segue uma tecnologia cliente-servidor, pôs a nu as lacunas da tecnologia P2P para a transmissão televisiva face ao media streaming puro. Com um bitrate dos canais comum de 400 kbps e apesar da semelhança na qualidade de imagem de ambos, o tráfego recebido pelo Veetle é um pouco

superior ao tráfego recebido pelo Ustream apresentando uma variação bastante superior à verificada para o Ustream, que apresenta uma velocidade quase constante. Dada a linearidade do tráfego recebido pelo Ustream torna-se mais fácil prever o tráfego que será recebido aquando de uma ligação ao programa. Apesar de não ser tão linear também é possível prever com alguma exatidão como será o tráfego recebido pelo Veetle, podendo sofrer ligeiras variações tendo em conta o número de peers que se conectam. Apresentam ambas curvas de aproximação compactas, como é normal no tráfego recebido pelo TV media streaming, sendo mais compacta no caso do tráfego correspondente ao Ustream.

Quanto ao tráfego enviado é clara a preferência pelo Ustream, que utilizando o media streaming puro com a tecnologia cliente-servidor torna muito fácil a sua identificação pois apresenta uma grande linearidade ao longo do tempo, uma vez que o seu conteúdo corresponde apenas a pacotes de controlo, enviados do cliente para o servidor a fim de controlar os dados recebidos. O tráfego enviado correspondente ao media streaming cliente-servidor é muito fácil de caracterizar e identificar pois apresenta uma velocidade muito pequena e constante, não trazendo complicações à ligação nem problemas quanto ao dimensionamento da rede, ao contrário do tráfego enviado pelo Veetle que sofre grandes variações ao longo do tempo dependendo do número de peers que se ligam ao nosso computador e apresenta velocidades de Upload muito altas que põe em causa a ligação e o correcto funcionamento do Veetle e de outros serviços que possam utilizar a Internet simultaneamente com o Veetle.

No que se refere à caracterização do tráfego destes dois tipos de serviços é possível verificar as semelhanças evidentes entre o streaming clássico e o streaming P2P. No tráfego recebido as semelhanças são maiores e apesar de ter sido um teste curto, um teste com uma maior duração só iria alargar o formato de sino conseguido no streaming P2P aquando de uma quase certa variação de tráfego recebido ao longo do tempo, que quase de certeza não se verificaria de forma tão acentuada no streaming puro. Relativamente ao tráfego enviado, é fácil fazer a distinção dos dois serviços uma vez que o streaming puro apresenta um volume de tráfego enviado próximo do nulo face ao streaming P2P que se apresenta bastante inconstante, tal como aconteceu no estudo do tráfego de P2P IPTV pelo que não se mostra de fácil caracterização.

Relativamente ao atraso apresentado, este apresentou-se curto, com um máximo de dois minutos para o site Veetle, mas é necessário ter em conta que a captura teve apenas 45 minutos de duração, pelo que no caso de uma captura maior, este atraso tenderia a ser maior. Como seria de prever o site Ustream apresentou um atraso quase constante devido à sua forma de transmissão, sendo que esse atraso diz apenas respeito à latência existente entre a chegada do sinal do canal ao computador do broadcaster ou transmissor, a conversão do sinal,

o envio para um dos servidores do site Ustream e a transmissão do canal do servidor para a máquina de testes. O atraso do Veetle apresenta uma variação grande, uma vez que, como foi explicado em cima, a variação dos peers dos quais se recebe dados e as suas desconexões fazem com que a máquina de testes tenha por vezes necessidade de congelar a imagem até conseguir novos peers capazes de continuar com o fornecimento de dados.

Em suma torna-se bastante complicado a caracterização do tráfego do P2P media streaming, uma vez que este se mostra inconstante ao longo do tempo, sobretudo no que diz respeito ao upload; pelo contrário o tráfego do media streaming cliente-servidor apresenta uma caracterização bastante simples que possibilita que a gestão e o dimensionamento das redes seja feito de forma mais rápida e eficiente, podendo até este tráfego ser rapidamente identificado pelos ISP mesmo que as portas de comunicação não sejam comuns ou estejam sempre a mudar ou até se os protocolos não denunciarem o tipo de tráfego que é.

Bibliografia

- [App] Apple. itunes movie trailers - acedido em jan 2010 - <http://trailers.apple.com/>.
- [Bsk] BskyB. Sky News Press Office - acedido em Fev 2010 - <http://www.skypressoffice.co.uk/SkyNews/>.
- [Dai] Dailymotion. Dailymotion - acedido em dez 2010 - <http://www.dailymotion.com/pt>.
- [eTdP10] Rádio e Televisão de Portugal. Perfil do canal - RTP 1 - acedido em Nov 2010 - <http://www.rtp.pt/canais-tv/rtp1/perfil.php?canal=1>, 2010.
- [Eur10] Euronews. The Channel - Euronews - acedido em Fev 2010 - <http://pt.euronews.net/the-station/>, 2010.
- [Fen00] W.-C. Feng. Network traffic characterization of TCP. In *MILCOM 2000. 21st Century Military Communications Conference Proceedings*, volume 1, pages 480–484 vol.1, 2000.
- [Fla06] FlashScore.com. Flashscore.com your only source for sport live scores! - acedido em out 2010 - <http://www.flashscore.com/soccer/spain/>, 2006.
- [Gol10] GolTV. About GolTV - acedido em Fev 2010 - <http://www.goltv.tv/index.php?target=sobregoltv>, 2010.
- [HLL⁺07] Xiaojun Hei, Chao Liang, Jian Liang, Yong Liu, and K.W. Ross. A Measurement Study of a Large-Scale P2P IPTV System. *Multimedia, IEEE Transactions on*, 9(8):1672–1687, 2007.
- [HLR08] Xiaojun Hei, Yong Liu, and K.W. Ross. IPTV over P2P streaming networks: the mesh-pull approach. *Communications Magazine, IEEE*, 46(2):86–92, 2008.
- [JCL07] Jinkang Jia, Changjia Chen, and Chunxi Li. Preferential Attachment Topology Formation of the P2P IPTV System. In *Innovative Computing, Information and Control, 2007. ICICIC '07. Second International Conference on*, pages 545–545, 2007.

- [JLC07] Jinkang Jia, Chunxi Li, and Changjia Chen. Characterizing PPStream across Internet. In *Network and Parallel Computing Workshops, 2007. NPC Workshops. IFIP International Conference on*, pages 413 –418, 2007.
- [JSPA05] I. Juva, R. Susitaival, M. Peuhkuri, and S. Aalto. Traffic characterization for traffic engineering purposes: analysis of Funet data. In *Next Generation Internet Networks, 2005*, pages 404 – 411, 2005.
- [KLL01] A. Klemm, C. Lindemann, and M. Lohmann. Traffic modeling and characterization for UMTS networks. In *Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM '01. IEEE*, volume 3, pages 1741 –1746 vol.3, 2001.
- [KS08] U.R. Krieger and R. Schwessinger. Analysis and quality assessment of peer-to-peer IPTV systems. In *Consumer Electronics, 2008. ISCE 2008. IEEE International Symposium on*, pages 1 –4, 2008.
- [Las] Last.fm. Last.fm - acedido em jan 2010 - <http://www.lastfm.pt/>.
- [Law82] Jerald F. Lawless. *Statistical models and methods for lifetime data*. John Wiley & Sons, jan. 1982.
- [LC10] Jun Liu and Bochuan Chen. Internet traffic characterization based on active network measurement. In *Wireless Communications Networking and Mobile Computing (WiCOM), 2010 6th International Conference on*, pages 1 –11, 2010.
- [LJM09] Bing Li, Zhigang Jin, and Maode Ma. Traffic Analysis of P2P IPTV and Comparison with BT-Like Application Based on Live Measurement. In *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2009. WiCom '09. 5th International Conference on*, pages 1 –4, 2009.
- [LL08a] Feng Liu and Zhitang Li. A Measurement and Modeling Study of P2P IPTV Applications. In *Computational Intelligence and Security, 2008. CIS '08. International Conference on*, volume 1, pages 114 –119, 2008.
- [LL08b] Feng Liu and Zhitang Li. A Measurement and Modeling Study of P2P IPTV Applications. In *Computational Intelligence and Security, 2008. CIS '08. International Conference on*, volume 1, pages 114 –119, December 2008.
- [Luo91] M. Luoni. ATM traffic characterization. In *Local Computer Networks, 1991. Proceedings., 16th Conference on*, pages 237 –246, October 1991.
- [LWBL09] Wei Liang, Rong Wu, Jingping Bi, and Zhenyu Li. PPStream characterization: Measurement of P2P live streaming during Olympics. In *Computers and Communications, 2009. ISCC 2009. IEEE Symposium on*, pages 135 –140, 2009.

- [MA10] M. Mushtaq and T. Ahmed. Enabling Cooperation between ISPs and P2P Systems toward IPTV Service Delivery. In *Consumer Communications and Networking Conference (CCNC), 2010 7th IEEE*, pages 1–6, 2010.
- [Mas51] Jr. Massey, Frank J. The Kolmogorov-Smirnov Test for Goodness of Fit. *Journal of the American Statistical Association*, 46(253):pp. 68–78, 1951.
- [Max] MaxMind. Get ahead - locate your internet visitors - acedido em jan 2010 - <http://www.maxmind.com/app/ip-location>.
- [Mea] Nick Mead. Watch tv channels from around the world free on your pc - acedido em set 2010 - <http://tvants.en.softonic.com/>.
- [Mic10] Microsoft. About Fox Soccer Channel - acedido em Fev 2010 - <http://msn.foxsports.com/foxsoccer>, 2010.
- [Net] TVU Networks. TVU Networks - Company - acedido em Set 2010 - <http://www.tvunetworks.com/about/index.html>.
- [PL99] F. Perlingeiro and Lee Luan Ling. Data traffic characterization in corporate environment. In *Global Telecommunications Conference, 1999. GLOBECOM '99*, volume 2, pages 1173–1178 vol.2, 1999.
- [PT10] PT. Experiência Meo - acedido em Set 2010 - <http://www.meo.pt/conhecer/tv/Pages/vantagens.aspx>, 2010.
- [PTC] PTC. Sapo vídeos - acedido em dez 2009 - <http://videos.sapo.pt/>.
- [Red] Redtube. Redtube - acedido em jan 2010 - <http://www.redtube.com/>.
- [RK96] A. Rueda and Kinsner. A survey of traffic characterization techniques in telecommunication networks. In *Electrical and Computer Engineering, 1996. Canadian Conference on*, volume 2, pages 830–833 vol.2, May 1996.
- [SF06] Thomas Silverston and Olivier Fourmaux. P2P IPTV Measurement: A Comparison Study. page 10, april 2006.
- [SGGS09] S. Spoto, R. Gaeta, M. Grangetto, and M. Sereno. Analysis of PPLive through active and passive measurements. In *Parallel Distributed Processing, 2009. IPDPS 2009. IEEE International Symposium on*, pages 1–7, May 2009.
- [SMPC09] A. Sentinelli, G. Marfia, G. Pau, and L. Celetto. IPTV-P2P Clients at Home. In *Systems, Signals and Image Processing, 2009. IWSSIP 2009. 16th International Conference on*, pages 1–4, 2009.

- [Sop] SopCast.com. Sopcast - deliver your media to the world - acedido em Nov 2010 - www.sopcast.com.
- [Tec] MathWave Technologies. Mathwave - data and simulation - acedido em mai 2010 - <http://www.mathwave.com/products/easyfit.html>.
- [Ust] Ustream. Ustream - acedido em out 2010 - <http://www.ustream.tv/>.
- [Vee] Veetle. Veetle beta - acedido em out 2010 - <http://www.veetle.com/>.
- [Vim] Vimeo. Vimeo - acedido em dez 2009 - <http://www.vimeo.com/>.
- [Vod10] Vodafone. Serviços Interactivos Vodafone Casa - acedido em Set 2010 - <http://www.vodafone.pt/main/Particulares/vodafonecasa/IPTV/ServicosInteractivos/>, 2010.
- [WHjC⁺08] Young Won, J. Hong, Mi jung Choi, Chan kyu Hwang, and Jae hyoung Yoo. Measurement of download and play and streaming IPTV traffic. *Communications Magazine, IEEE*, 46(10):154 –161, 2008.
- [WL96] D.E. Wrege and J. Liebherr. Video traffic characterization for multimedia networks with a deterministic service. In *INFOCOM '96. Fifteenth Annual Joint Conference of the IEEE Computer Societies. Networking the Next Generation. Proceedings IEEE*, volume 2, pages 537 –544 vol.2, March 1996.
- [XDZ⁺07] Yang Xiao, Xiaojiang Du, Jingyuan Zhang, Fei Hu, and S. Guizani. Internet Protocol Television (IPTV): The Killer Application for the Next-Generation Internet. *Communications Magazine, IEEE*, 45(11):126–134, 11 2007.
- [You] Youtube. Youtube - acedido em dez 2009 - <http://www.youtube.com/>.

Apêndice A

Anexos

A.1 Parâmetros das curvas de aproximação

Os valores inseridos no programa Easy Fit Professional, para a obtenção da melhor curva de aproximação possível face aos dados disponíveis para o P2P IPTV, estavam em kB por minuto e uma vez que a alteração para kbps só se deu no Gnuplot, alguns dos parâmetros abaixo mostrados estão errados face aos gráficos apresentados anteriormente uma vez que são referentes ao tráfego em bytes por minuto.

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego recebido do canal Euronews.

Parâmetros:

k -0.02665

σ 45.956

μ 2400.8

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição gaussiana invertida para o tráfego enviado do canal Euronews.

Parâmetros:

λ 774.11

μ 494.92

γ 177.58

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição logística para o tráfego recebido do canal RTP 1.

Parâmetros:

σ 64.167

μ 2573.3

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego enviado do canal RTP 1.

Parâmetros:

k -0.16857

σ 652.05

μ 2033.6

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego recebido do canal Sky News.

Parâmetros:

k -0.75828

σ 224.29

μ 2148.1

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego enviado do canal Sky News.

Parâmetros:

k -0.75686

σ 1825.3

μ 208.04

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição Chi-quadrado para o tráfego recebido do canal Fox Soccer Channel.

Parâmetros:

ν 3321

γ 0

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego enviado do canal Fox Soccer Channel.

Parâmetros:

λ 4416.1

μ 1706.5

γ 489.02

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição de Pareto para o tráfego recebido do canal GolTV no programa SopCast.

Parâmetros:

k -0.33443

σ 420.08

μ 1842.7

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição Gamma para o tráfego enviado do canal GolTV no programa SopCast.

Parâmetros:

k 4.8238

α 0.109

β 5173.8

γ 91.722

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição de Laplace para o tráfego recebido do canal Sky News no programa TVants.

Parâmetros:

λ 0.00775

μ 2291.8

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição Gamma para o tráfego enviado do canal Sky News no programa TVants.

Parâmetros:

k 1.2472

α 1.4647

β 450.24

γ 276.8

Tal como acontece em cima, alguns dos parâmetros apresentados abaixo estão errados uma vez que correspondem ao tráfego em bytes por segundo e não em bits por segundo como é apresentado nos gráficos.

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego recebido através do site Veetle.

Parâmetros:

k -0.08746

σ 24.265

μ 44.468

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição da teoria do valor extremo para o tráfego enviado através do site Veetle.

Parâmetros:

k -0.25833

σ 32.849

μ 55.951

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição log-logística para o tráfego recebido através do site Ustream.

Parâmetros:

$$\alpha \quad 19.342$$

$$\beta \quad 133.22$$

$$\gamma \quad -84.543$$

- Parâmetros da curva de aproximação da distribuição log-logística para o tráfego enviado através do site Ustream.

Parâmetros:

$$\alpha \quad 9.3449$$

$$\beta \quad 2.0336$$

$$\gamma \quad -0.63858$$